富士時報　第 83 巻　第 5 号（通巻第 864 号）　2010 年 9 月 10 日発行
ISSN 0367-3332

e-Front runners

富士時報
FUJI ELECTRIC JOURNAL

9
Sept. 2010
Vol. 83 No. 5

特集 通貨機器

富士電機グループ

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

9
Sept. 2010
Vol.83 No.5

特集 通貨機器

目 次

特集 通貨機器

〔巻頭言〕実物をハンドリングする機器の高度化に向けて 309（1）
河村 隆

通貨機器における市場および技術動向 310（2）
堂面 俊則 ・ 大藪 博 ・ 松井 寿充

硬貨処理装置の要素技術 316（8）
松藤 宏 ・ 西山 高志 ・ 飯嶋 茂

紙幣識別装置の要素技術 322（14）
千國 量也 ・ 松澤 光明 ・ 大岩 武

流通分野向け自動つり銭機の高機能・高性能化 328（20）
宮坂 和好 ・ 新妻 信行 ・ 邊見 敏紀

セルフ式サービスステーション向け小型つり銭機 333（25）
大江 勝己 ・ 福島 慶之 ・ 梨子田 雅直

マルチブランド対応 店舗用電子決済端末 338（30）
清沢 久 ・ 草野 孝志 ・ 板敷 顕二

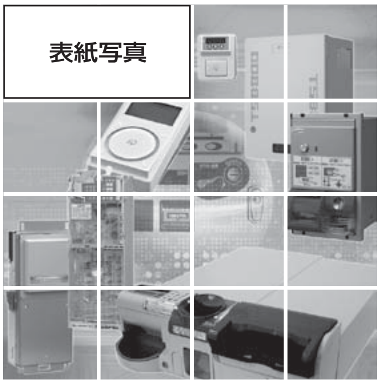
マルチブランド対応 自動販売機搭載用電子決済端末 343（35）
片山 修吾 ・ 松井 敦 ・ 茂山 俊德

遊技場向け 小型４金種混合金庫紙幣搬送システム 348（40）
田名網 知彦 ・ 中山 雅雄

解説 紙幣のシリーズ記号，エスクロ【escrow】，FeliCa 技術 353（45）

商標 354（46）

表紙写真



私たちの生活は，さまざまな決済シーンであふれている。

セルフレジ，セルフ式サービスステーションなど，消費者自身が精算処理を行う会計方式も普及してきた。

富士電機は，自動つり銭機，各種電子マネー対応電子決済端末など，多様化していく決済手段に応じた製品を開発し，効率化や利便性，確かな技術に裏付けされた信頼性を提供し続けている。

表紙写真は，通貨機器の原点である自動販売機を背景にイメージし，硬貨処理装置・紙幣識別装置など現金決済機器から電子決済機器におよぶ，先進の富士電機製品群の広がりを表現した。

実物をハンドリングする機器の高度化に向けて

河村　隆（かわむら　たかし）
信州大学 准教授

1. はじめに　20 年近く前にシカゴに半年滞在した。少額でもクレジットカードが利用され，どんな店でもカードが通用するので驚いた。同時に現金をほとんど持っていない大人がいることにもびっくりした。とあるジャズクラブでは入場料は現金しか扱わず，入れない人をたくさん見かけた。

一方，日本では未だにカードが使えない店が多数であり，現金を持ち歩かなくてはならない。分別ある大人としては，いくらの現金を持ち歩くべきなのかという深遠（?）な問題を研究者仲間で議論したことがある。そのときの結論は年齢 × 千円が妥当ということであった。

要因は多岐にわたると思うが，どうも日本人は現金を好む特性があるようだ。

2. 貨幣から形のないデジタル貨幣へ　流通の始まりとともに貨幣的なものが生まれてきたといわれている。共通の価値を有するものを介しての交換が貨幣の始まりであり，貴金属から鋳造貨幣への流れは金本位制につながり，穀物倉庫の預り証が紙幣の始まりだという。明治維新以前の日本は米（こめ）本位制であるという。支配者の勢力を石高（穀物の収穫量）で表すなどということは，およそ世界では一般的ではないが，多くの日本企業のサラリーが能力給ではなく生活保障給であることはその名残かもしれない。アメリカではスラングで 1 ドルのことを「ア・バック」といい，毛皮の意味らしい。ここでは基準は穀物ではない。

流通の基本が貨幣であった時代は長く続いたが，クレジットカードの発明により様相が一変する。さらに IT 技術ベースの電子マネーはさしずめデジタル貨幣である。

かくして通貨を取り扱う機器は，現金だけでなくポストペイ型のクレジットカードとプリペイド型の電子マネー各種をも同時に扱う能力を要求されることとなっている。

3. 現物をハンドリングする　自動化の歴史は古く，すでに紀元前に自動ドアが古代ギリシャで発明されている。同じ頃にエジプトでは鋳造貨幣を使う自動販売機が存在したそうである。自販機は販売するものと貨幣という実物を扱う必要がある。VR（バーチャルリアリティー）と RT（ロボットテクノロジー）には，現物をハンドリングするかどうかという点において大きな違いがある。

VR では対象となる物理現象をモデル化して数式として表現できれば，どのようなものでも扱うことが可能であるのに対して，現物の正確なハンドリングは，物理現象を単純に理解するだけでは困難である。

さらに現物にはシステマティック（系統的）な誤差とランダム（確率的）な誤差が存在している。現物を扱う機器には正確性だけでなく，これらの誤差をも吸収できる柔軟性が求められる。

4. 硬貨・紙幣のハンドリング　硬貨のハンドリングでは，二次元平面内の運動であっても，移送が高速になるにつれ三次元的な挙動の理解が不可欠となる。また，小型化を目指すと姿勢変換が必須となり，挙動解析はさらに重要となる。精密な三次元的挙動解析と，その結果を設計にどう生かしていくかが課題となる。

紙幣については，ばらつきが問題となる。紙はもともと均一等方材料ではない。新札であっても複合材料的な挙動を示すことがわかっている。これに流通や環境による変化が加わると一枚分離だけでも相当な困難が伴う。ここでも機器の更なる柔軟性が求められる。

5. ネットワーク技術が不可欠　今，決済はオンラインが当然である。コンビニエンスストアのレジでは，一取引毎に現金の出し入れさえ管理され人為的誤差（ミステイク）起きにくい。さらに POS 端末として，年齢・性別も入力されて瞬時にデータセンターに送られ，処理される。大手のコンビニでは，この膨大なデータを基に分単位でマーケッティングを行っている。

さらに，機器内部のネットワーク化も重要になってくる。貨幣という実物を扱う以上，機器にはある程度の大きさの実体が必要である。しかし小型化の要求も強く，制御，メカなどの部分の最小化が求められている。このとき重要となってくるのが機能毎のモジュール間を接続するためのインタフェースである。センサ，制御器などの接続をインテグレートして機器内のネットワークを強固にすることにより，柔軟にして正確であり，競争力のある機器の開発につながるものと考える。

通貨機器における市場および技術動向

Market and Technical Trends of Currency Handling

堂面　俊則 Toshinori Doumen　　大藪　博 Hiroshi Ohyabu　　松井　寿充 Hisamitsu Matsui

1974 年の自動販売機用硬貨処理装置の生産開始に続いて，紙幣識別装置を製品化した。偽造・変造した硬貨や紙幣を排除する技術とともに，省エネルギー・軽量化をはじめとする環境負荷低減などの社会的要求にも応えている。さらに，ユニバーサルデザインの導入など購入時の利便性の向上を図り，より魅力ある自動販売機の提供に寄与している。つり銭機でも，確実な紙幣・硬貨の受入れと払出しや省エネルギー，POS システムとの連動などの機能について，高い評価を得ている。マルチブランド対応の電子決済端末も店舗用と自動販売機搭載用をそろえ，利便性や信頼性の高い製品を提供している。

Following the start of production of coin handling equipment for vending machines in 1974, Fuji Electric also commercialized bill validation equipment. Such equipment provides not only advanced technology for removing counterfeit coins and bills, but also meets society's requirements for low environmental impact with features such as energy savings and light weight. Additional measures, such as the adoption of a universal design, have resulted in improved convenience at the time of purchase and have enabled the provision of vending machines that are more attractive. Change machines not only accept and payout bills and coins reliably and achieve energy savings, but also are equipped with functions linked to a POS system, and have been highly regarded in the marketplace. Other convenient and highly reliable products, such as multi-brand payment terminals for stores and vending machines, are also being supplied.

1　まえがき

富士電機は，通貨機器事業において，自動販売機へ主に搭載する硬貨処理装置（コインメック）や紙幣識別装置（ビルバリ）を足がかりに，POS レジスタと連動した自動つり銭機など，さまざまな製品を開発し市場へ投入してきた。さらに現金決済に加え，“電子決済”を推進するため，各種電子マネー用の電子決済端末を開発し，決済の効率化と利便性を提供している。

これまで，500 円硬貨の発行・改鋳や紙幣の発行・改刷に対応した新たな偽造防止技術の開発を進めることにより，金銭処理技術を蓄積してきた。さらに，処理速度，識別率の向上を進め，技術の高度化を図ってきた。

本稿では，最初に通貨機器市場について述べた後，貨幣および富士電機の製品・技術の変遷と，今後の展望について紹介する。

2　市場概況と富士電機の取組み

一般に，通貨機器は，非常に広範な装置として定義されている。本稿では富士電機が展開する事業範囲，特に流通分野に関して記述する。

流通分野における通貨機器は，主に無人化や効率化をするために導入されてきた。代表的な無人化装置である自動販売機のすべてに，コインメックが搭載されている。加えて，紙幣の持ち合わせしかない消費者へも購入機会を提供するビルバリも多く搭載されている。

百貨店やスーパーマーケットにおいて，近年普及している POS レジスタと連動する自動つり銭機は，レジの混雑緩和や効率化などに貢献している。さらに，2007 年からの各種電子マネーの急速な普及により，店舗や自動販売機での決済手段が多様化し，これに富士電機は対応している。

当初は，通貨機器には，無人化，効率化，利便性などのニーズに対応した機能が重視されていた。近年は，省力化，省人化あるいはセキュリティに寄与する機能・仕様が強く求められるようになってきている。

富士電機の自動つり銭機は，装置内の現金を自動再計数する“精査”機能，支払い時に預かった現金を直接識別して金種判定する“入金確定”機能などを搭載している。レジ係が交代する時の現金在り高の迅速な確認や，作業に不慣れな従業員でも間違いの少ない現金取扱いを可能にしている。そのため，大手スーパーマーケットなどの深夜・24 時間営業やパート・アルバイトの即戦力化などにも対応でき，顧客から高い評価を得ている。

富士電機は，偽造・変造した硬貨や紙幣の排除性能，信頼性を基本技術として蓄積してきた。これらの技術に省力化，セキュリティなどの技術を付加し，保守性も配慮した製品群を開発し，市場のニーズに応えてきた。今後も，さらなる省力化・効率化を実現した製品が市場から求められている。

3　貨幣動向

法令用語では，“貨幣”は本位貨幣（金貨・銀貨）を指し，政府紙幣・銀行券と区別され“硬貨”を指すものである。本稿では，一般的に使われている硬貨と紙幣の総称の意味で取り扱う。次に，1950 年代からの日本の硬貨・紙幣の主要動向について説明する。

3.1　硬貨の動向

1957 年に 100 円硬貨が発行されて以後，長らく新硬貨の発行はなかった。その後の物価上昇および 100 円硬貨の

流通量が全硬貨の60％を超え，また自動販売機の普及に伴い利便性を向上するため，1982年に500円硬貨が発行された。新しい硬貨は自動販売機・券売機などの自動機での使用が急速に普及した。

しかし，1997年ごろ韓国の500ウォン硬貨（500円硬貨の約1/10の価値）を加工した変造硬貨で自動販売機から不正にお金を取り出す犯罪が多発した。500ウォン硬貨は500円硬貨と，材料，大きさ，質量などが類似していたため，当時，それを加工したものを排除することは困難であった。自動販売機メーカー・券売機メーカーは技術改良を進めたが，既に設置されている機械を対応するには多大な費用がかかるため，既設機械への対応も困難であった。自動販売機や券売機などでは500円硬貨が使えない状態になり，社会的な問題となった。そこで，新しい硬貨を発行することが検討され，**図1**に示す特徴を持った偽造しにくいセキュリティを向上した新500円硬貨が，2000年に発行された。その後は，新硬貨に対する偽造・変造硬貨の発生は減少し，貨幣に対する信頼性が向上した。

一方，通常硬貨のほかにオリンピック開催などの国事を記念して，記念硬貨が都度発行されている。最近では，2008年に**図2**に示す地方自治法施行60周年記念硬貨が発行されている[1]。この記念硬貨は材料の違う2種類以上の金属で構成されており，さらに新しい偽造防止内容を織り込んだ硬貨（バイカラー・クラッド貨幣）となっている。

ユーロ硬貨などにも同様の偽造防止内容が織り込んだ硬貨が発行されており，さらなる偽造防止の観点から今後の動向が注目されている。

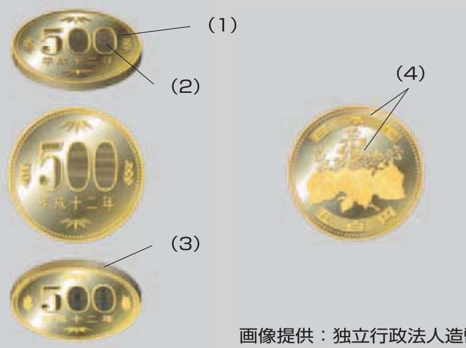


図1　新500円硬貨（2000年8月流通開始）の特徴

図2　地方自治法施行60周年記念硬貨（北海道分）
500円バイカラー・クラッド硬貨

3.2　紙幣の動向

1963年に千円紙幣が発行されてから，硬貨と同様に長い間新しい紙幣は発行されなかった。

1970年代以降，普及が進んだコピー機を利用して偽造する犯罪が増え，偽造防止のため紙幣のセキュリティ向上が求められた。また，当時，C券[注1]（戦後3番目に発行された銀行券）と呼ばれる紙幣が流通していた。五百円紙幣・千円紙幣・五千円紙幣・一万円紙幣のすべての長さや幅が違ったので，機械で処理するには困難であった。

そこで，1984年に幅寸法を統一したD券[注1]が発行された。このD券は，マイクロ文字・特殊インキ・識別マークなどの偽造防止技術を織り込んだ，当時，世界最高水準の技術を取り入れた紙幣であった。この紙幣の新たなセキュリティ技術のおかげで，偽造紙幣は減少していった。しかし，その後のパソコンの進化は目覚ましく，高性能のスキャナ・カラーコピー機の登場などで，新たな偽造紙幣が出回ることとなった。

その結果，さらなる偽造防止技術を織り込んだ紙幣（E券[注1]）が2004年に発行され，今日に至っている。例として，一万円紙幣の偽造防止技術について**図3**に示す[2]。

2004年のE券の発行に先立って，2000年に二千円紙幣が発行された。2の単位の貨幣を使う習慣のない日本では使い勝手が悪く，一時的に発行されたが以降は発行されず，

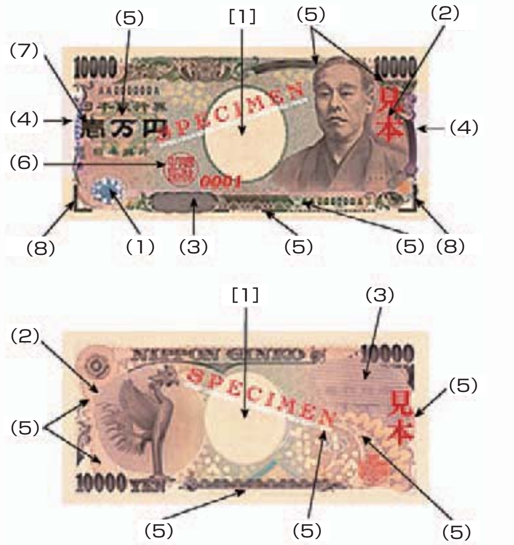


図3　一万円紙幣（E券，2004年11月発行開始）の偽造防止

〈注1〉紙幣のシリーズ記号：353ページ「解説1」参照

市場ではあまり使われていない。

4　技術動向

図 4 に，富士電機の現金決済機器の技術ロードマップを示す。特に，通貨機器において重要となるコア技術として次の技術が挙げられる。

(a)　硬貨の検銭技術，紙幣の鑑別技術

(b)　貨幣を搬送，収納，払出しを基本動作とするハンドリング技術，機器の制御技術

富士電機は多くの技術開発に継続的に取り組み，これらの技術のレベルアップを図り，決済の自動化で必要な“正確性”“迅速性”“容易性”を持った多様な製品やシステムを市場へ投入している。

通貨機器の各種製品と技術の変遷と今後の動向について述べる。

4.1　現金決済機器

(1)　コインメック

富士電機が 1974 年に生産を開始し，最初に市場へ投入したコインメックは機械式であった。並行して開発を進めた電子式コインメックの製品化により，性能は大きく伸長し，変造貨，外国貨の排除能力が年を追うごとに向上してきた。

先述したように，韓国 500 ウォン硬貨の変造による犯罪行為が急増した。富士電機は業界に先駆けて，1999 年に

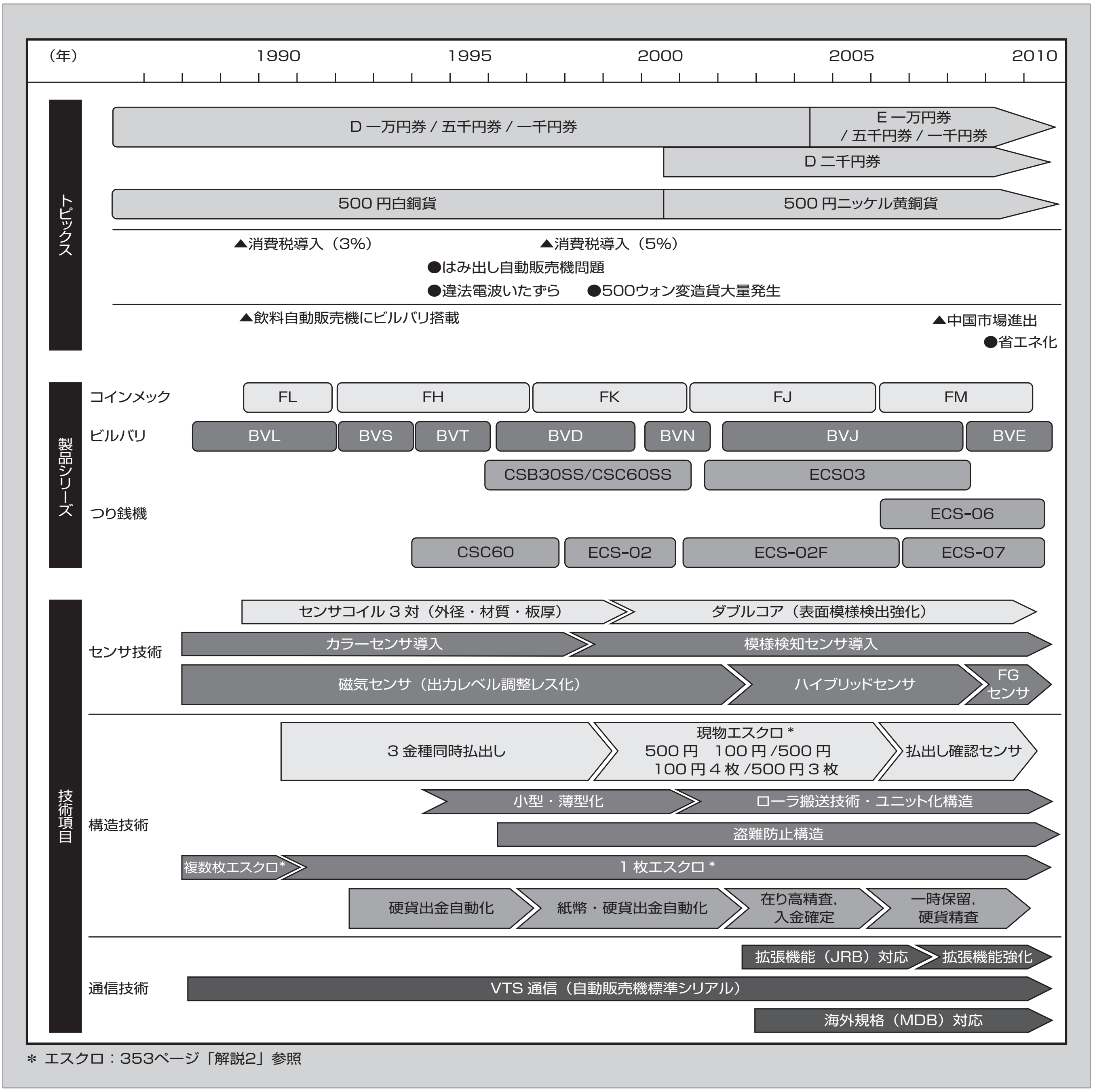


図 4　富士電機の現金決済機器の技術ロードマップ

投入硬貨を一時保留し，返却または収納する方式を開発し，精巧な変造貨にも対応した防止策を提案した。この対策に加え，新 500 円硬貨の登場もあり，犯罪件数は激減した。

コインメックの主要な適用製品である自動販売機は，「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）で特定機器に指定されている。そのため，環境対応のためのコインメックの技術開発を進めている。

図 5 に示す 2006 年に発売した「FM シリーズ」では，低消費電力化，軽量化，組立・分解の容易化など環境負荷低減に取り組んだ[3]。

⑵　ビルバリ

1974 年に，両替機用に生産を始めたビルバリは，1979 年に初めて自動販売機に搭載された。1982 年には，高額商品の販売にも対応できる複数枚紙幣返却機能を持つビルバリの生産を開始した。1987 年に普及型の「BVL シリーズ」を市場へ投入したことで，飲料自動販売機への搭載率も上昇し，現在では，90% 以上に達している。自動販売機の歩道などへのはみ出し問題に対処するため，1994 年から 1995 年にかけて開発した薄型タイプは，その後，最も使われている千円ビルバリの標準機となった。

1984 年の千円紙幣，五千円紙幣，一万円紙幣の改刷時や，2000 年の二千円紙幣の発行時には，速やかな対応により，顧客満足度を高めた。2004 年の改刷時には，新しい偽造防止技術を取り入れ，性能向上した製品を市場に投入した。ビルバリの環境負荷低減は，**図 6** に示す 2008 年に発売した「BVE シリーズ」に反映した[3]。

これらの汎用機に加えて，高付加価値対応技術，環境対応技術のレベルアップが今後，要求されてくる。これらの要求に対応する製品として，例えば，コインメック，ビルバリから発展したつり銭リフターや硬貨一括投入ユニット「KT シリーズ」（**図 7**），自動販売機にポイントカードシステムを導入したビル & カード機シリーズ「BCE」（**図 8**）がある。

つり銭リフターは，お年寄りや，車いすに乗った人などがつり銭を取りやすいユニバーサルデザインを実現するものである。硬貨一括投入ユニットは，より簡便な操作をエンドユーザに提供するものである。これらのユニットにより，従来以上に魅力のある自動販売機を提供できるようになった。

⑶　店舗用機器向け自動つり銭機[4,5,6]

流通分野への通貨機器の導入は当初，レジ作業を効率化するために始まった。従来，ドロアーから金銭を出し入れ

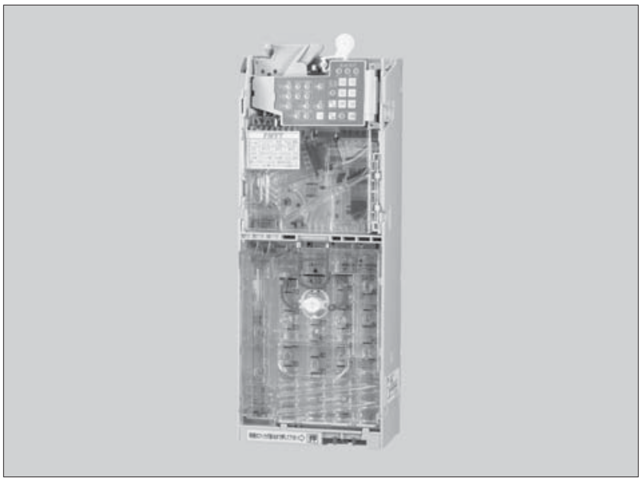


図 5　コインメック「FM シリーズ」

図 7　硬貨一括投入ユニット「KT シリーズ」

図 6　ビルバリ「BVE シリーズ」

図 8　ビル & カード機シリーズ「BCE」

していた。これを，つり銭機が自動で行うことで，キャッシャーの煩雑さが解消し，迅速な作業を進めることができ，顧客サービスの向上に貢献できた。その後は，流通業界のシステムのリプレイスに合わせて紙幣つり銭機も市場での地位を確かなものにしている。

富士電機は入出金を大量に扱う入出金機として，1992年に金融機関向けに「OT5600」を開発した。その技術を進化させ，流通業界向けにはレジ台に置ける硬貨つり銭機として「CSC60シリーズ」を1994年に製品化した。この製品は，従来のレジ台に完全に納まるコンパクトな外形と，繁忙時にも対応できる硬貨処理速度と収納容量を兼ね備えた硬貨つり銭機として，市場で高い評価を得た。

硬貨つり銭機の導入によるレジ作業の効率化の効果が認知されるようになり，他社に先駆けて富士電機は1998年に，紙幣・硬貨一体型のつり銭機「ECS-02」を開発し，流通市場へ提供した。この製品はレジ台に納まる外形を維持しつつ，処理速度や紙幣・硬貨収納容量を改善している。この製品は，新たに開発した要素技術を随所に盛り込んでおり，発売当初からさまざまな提案を行った結果，2000年に入って需要が急速に伸びている。

さらに，顧客ニーズを掘り起こし，流通業界向けで初めてとなる入金確定機能を取り入れた「ECS-07シリーズ」（**図9**）を2006年に発売し，現在までに10,000台以上の実績がある。

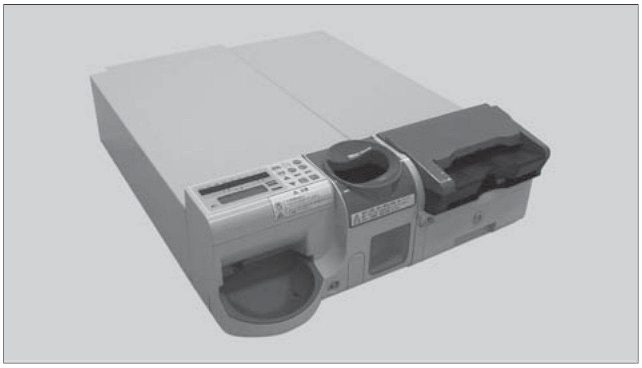


図9　紙幣・硬貨自動つり銭機「ECS-07シリーズ」

図10　サービスステーション向け紙幣・硬貨小型つり銭機「ECS-06シリーズ」

(4)　サービスステーション向け紙幣・硬貨つり銭機

富士電機がサービスステーション向けに開発した第一世代の紙幣・硬貨つり銭機は，1996年の発売から800台前後の納入実績がある。さらに，流通業界向けに開発した装置をベースにして小型化を実現した第2世代の「ECS03」は，3,000台以上を販売した。サービスステーション向けには，1998年の「消防法」の改正を機に，セルフ化に伴う無人運用を見据えた商品として，世界最小のつり銭機「ECS-06シリーズ」（**図10**）を発売し，10,000台以上の実績に達している。

今後は，元売りメーカーの再編に伴い，サービスステーションの省力化がさらに加速すると考えられる。防盗技術などにおいて，顧客ニーズに対応した迅速な開発を進め，安全・安心な利便性の提供に貢献していきたい。

4.2　電子決済機器

(1)　自動販売機搭載用電子決済端末

1998年に開発した自動販売機搭載用電子決済端末は，カードを挿入するタイプであった。

非接触ICカードの特長を生かしたタイプとして，2000年にタッチ式の電子決済端末を開発した。このタッチ式の電子決済端末は，購入する商品を先に選択し，その後カードをタッチするセレクションファースト方式では業界初の

図11　自動販売機搭載用電子決済端末「FCL-MVCADシリーズ」

（a）分離型「FCL-C100シリーズ」　（b）一体型「FAP10シリーズ」

図12　店舗用電子決済端末

図13　小型チャージ機「FCL-BCT05」

製品である。

さらに近年，カード会社などが立ち上げた多くのブランドに対応した電子決済の需要が拡大している。そこで2008年に，マルチブランド対応の自動販売機搭載用電子決済端末「FCL-MVCADシリーズ」(**図11**）を発売した。

⑵　店舗用電子決済端末

2001年には，店舗で商品を購入した際に，非接触ICカード式の電子マネーで支払いが行える店舗用電子決済端末「FCL-SCT02」を開発した。この機器は，決済する金額を操作部で入力し，利用者がアンテナ部にカードをタッチするだけで決済が完了する。POSレジスタと連動するタイプでは，金額の入力が不要になるので，さらに操作が簡単になる。

FeliCa〈注2〉仕様の電子決済端末の開発後，2002年からは，Edyが使えるタイプの電子決済端末の製造を開始した。

また，2006年には，複数の電子マネーが使えるマルチブランド対応の店舗用電子決済端末「FCL-C100シリーズ」を開発し，3,000台以上を販売している［**図12**(a)］。FCL-C100シリーズは，アンテナ部と操作部が分離したタイプであった。さらなる小型化・高セキュリティ化を図り，一体型の商品として，「FAP10シリーズ」を2008年に発売した［**図12**(b)］。

⑶　チャージ機

チャージ機は，カードなどに電子マネーの金額を入金するための機器である。

富士電機は，2000年に札幌地区で始まった電子マネー実験に参画し，カードへの千円紙幣による入金ができるチャージ機を開発した。2004年には，小型化，高セキュリティ，低価格の市場ニーズに応えるため，小型チャージ機「FCL-BCT05」(**図13**）を開発し，現在までに15,000台以上を販売している。

〈注2〉FeliCa：353ページ「解説3」参照

5　あとがき

通貨機器の製品・技術の変遷と動向について述べた。

今後も，決済機器・決済技術の発展に努力し，お客さまや市場のニーズに応え，社会に貢献していく所存である。

＊本稿に記載した商標または登録商標は，354ページ「商標」を参照のこと

参考文献

⑴　貨幣に関するデータ. 独立行政法人造幣局. http：//www.mint.go.jp/data/kinen/page55.html,（参照 2010-07-09).

⑵　新しい日本銀行券（一万円券）の偽造防止技術について. 日本銀行. http：//www.boj.or.jp/type/release/zuiji/kako03/bnnew3.htm,（参照 2010-07-09).

⑶　松澤光明ほか. 環境対応貨幣識別装置. 富士時報. 2009, vol.82, no.4, p.42-46.

⑷　山本健明ほか. 紙の搬送ガイドとの衝突による動的変形解析. 日本機械学会第12回計算力学講演会講演論文集. 1999, no.99-5, p.311-312.

⑸　山本健明, 川崎哲治. 紙の三次元動的変形解析. 日本機械学会第13回計算力学講演会講演論文集. 2000, no.00-17, p.527-528.

⑹　高野幸裕ほか. オーバーラップローラを用いた収納機構での紙の三次元動的変形解析. 日本機械学会第14回計算力学講演会講演論文集. 2001, no.01-10, p.41-42.

堂面　俊則

通貨関連機器およびシステム開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター長。

大藪　　博

通貨機器関連の開発・設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部長。

松井　寿充

通貨関連機器の生販在管理に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社販売・生産管理室マネージャー。

硬貨処理装置の要素技術

Elemental Technology of Currency Handling

松藤　宏 Hiroshi Matsufuji　　西山　高志 Takashi Nishiyama　　飯嶋　茂 Shigeru Iijima

富士電機の最新の硬貨処理装置である「FMVTシリーズ」は，新技術とともに，これまでに培ってきた通貨処理技術やノウハウを織り込んでいる。特徴的な機能は次のとおりである。①素材・直径・厚みだけでなく，表面形状の検出による検銭精度の向上，②現物エスクロ機構による偽貨の正貨への両替防止，③フラッシュメモリの採用によるプログラムの書換えの容易化，④３金種の同時払出し機能による払出し待ち時間の軽減，⑤払出し確認センサによる信頼性の向上，⑥ワンタッチ開閉機構やカセットチューブの採用によるメンテナンス性の向上，⑦待機時を含めた低消費電力化である。

Fuji Electric's latest coin handling machines, the "FMVT Series", incorporate new technology as well as Fuji's accumulated currency handling technology and know-how. Characteristic features of this new series include: (1) improved currency detection precision by detecting the surface profile in addition to the material, diameter and thickness of the currency, (2) a cash escrow mechanism that prevents counterfeit currency from being exchanged for real currency, (3) use of flash memory to facilitate program rewriting, (4) a function for paying out three currency denominations simultaneously in order to reduce the waiting time, (5) improved reliability with a payout verification sensor, (6) improved ease of maintenance with the use of a one-touch opening mechanism and a cassette tube, and (7) low power consumption including stand-by time.

1　まえがき

硬貨処理装置（コインメック）は，硬貨を識別した上，正貨を受け入れ金種別に収納する。また，商品を販売した後は，つり銭を払い出す。コインメックは，自動販売機を構成する重要部品の一つである。“硬貨を受け入れ，つり銭を払い出す”という基本機能のブラッシュアップは当然のことながら，社会情勢や自動販売機を取り巻く環境，いたずら行為などさまざまな要求事項に応えてきた。

本稿では，このような背景に基づいて開発したコインメックの技術について紹介する。

2　コインメックの仕組み

図１に，コインメックの外観と構成図を示す。

自動販売機に投入された硬貨は，硬貨投入口からコインメックに入り，アクセプタで識別（検銭）される。正貨の場合は保管用のカセットチューブに振り分ける。偽貨と判定した場合はスラグシュートから排出する。つり銭が必要な場合は，カセットチューブからペイアウト部を通して硬貨を払い出す。

構成は，“アクセプタ”“カセットチューブ”“ペイアウト部”という三つのユニットとハウジングである。

3　開発の背景と狙い

日本は，人口当たりの設置台数を見ると，世界一の自動販売機大国である（設置台数は米国が一位）。省力化を求める中身商品メーカーの需要と治安の良さが相まって自動販売機は屋内外を問わず設置されている。販売する商品の値段や商品自体が変わると，コインメックに要求される取扱い金種やつり銭容量も変わってくる。また，日本の治安は良いとはいうものの，“無人の金庫”を狙った犯罪は後を絶たない。

3.1　外国貨・変造貨の横行[(1)]

日本は島国であり，過去から近隣諸国の外国貨が流入することは少なかった。しかし1997年ごろに多発した，韓国の500ウォン変造貨による“自動販売機荒らし”は社会問題化した。500ウォン硬貨は，旧500円硬貨（白銅貨）に類似している。これを加工して500円硬貨と誤認識させ，つり銭用としてストックしている500円硬貨に両替する行為が多発し，その被害は相当な額に上った。

このような外国貨・変造貨の被害が発生すると，当然ながら，速やかな対策を求められる。検銭プログラムのバージョンアップで対処可能な場合もあるが，時にはセンサの見直しや構造の見直しにまで及ぶ場合もある。

3.2　改　鋳

近年では，**3.1節**で述べた韓国の500ウォン変造貨が横行した後，2000年に現行の500円硬貨（ニッケル黄銅貨）に改鋳された。

貨幣は国の象徴でもあり，改鋳の際にはさまざまなセキュリティ要素が盛り込まれる。例えば，現行500円硬貨の“潜像”と呼ばれる斜めから浮き上がるように見える模様は，人が見ると本物と認識することができる。一方，硬貨の“材料”には，古くからコインメックにとってセキュリティレベルを高くできる白銅などが用いられ，近年では2種類の金属で構成したバイメタル硬貨が世界的にも多く発行されている。

3.3　販売価格帯の変化

1989年に導入された消費税は当初3%で，その後5%に引き上げられている。自動販売機で最も多く販売される商品は飲料であり，ついで，たばこである。飲料の売価は消費税の影響もあり，ワンコイン（100円）から，110円そして120円へと推移してきた。また，ペットボトルや健康志向のプレミアム商品が普及するにつれ，販売価格はま

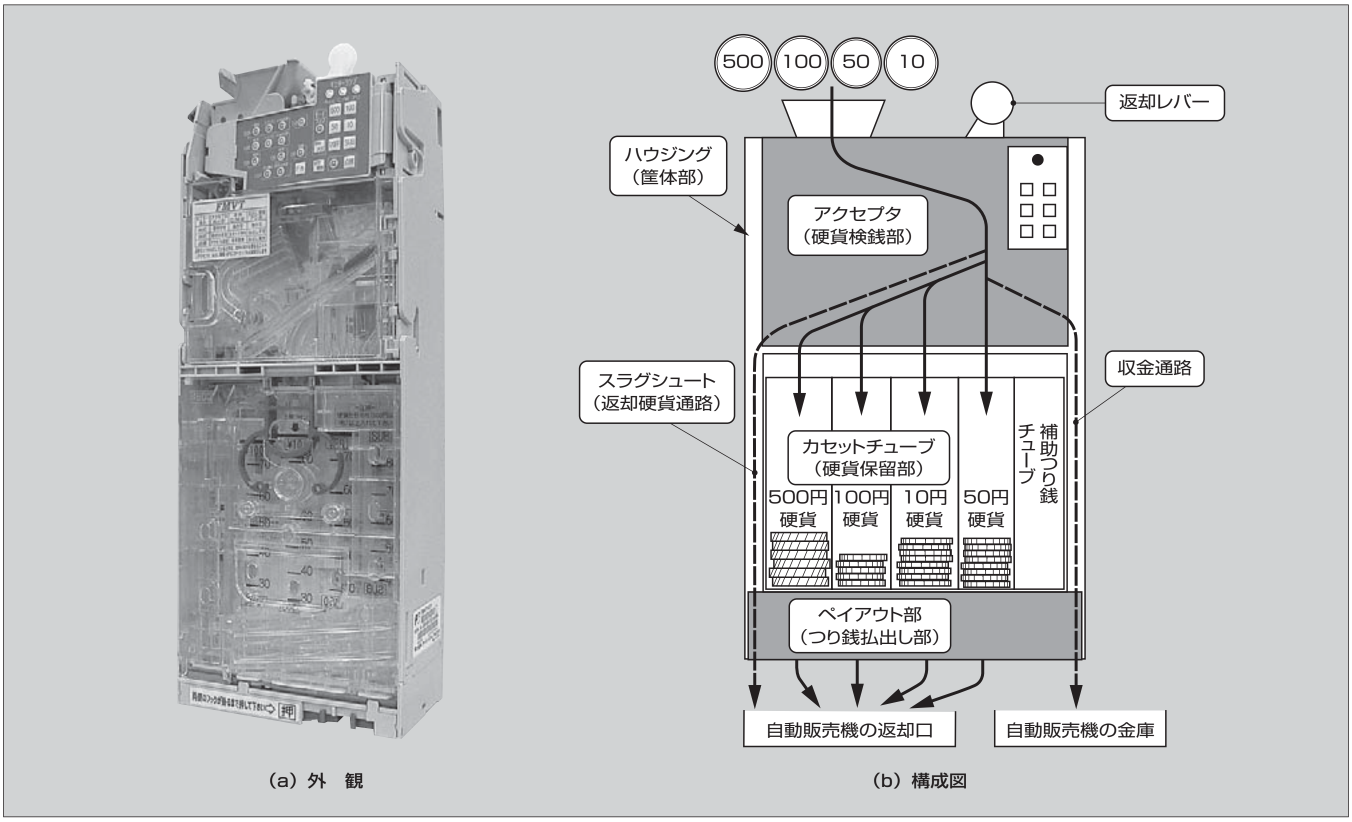


図1　コインメックの外観と構成図

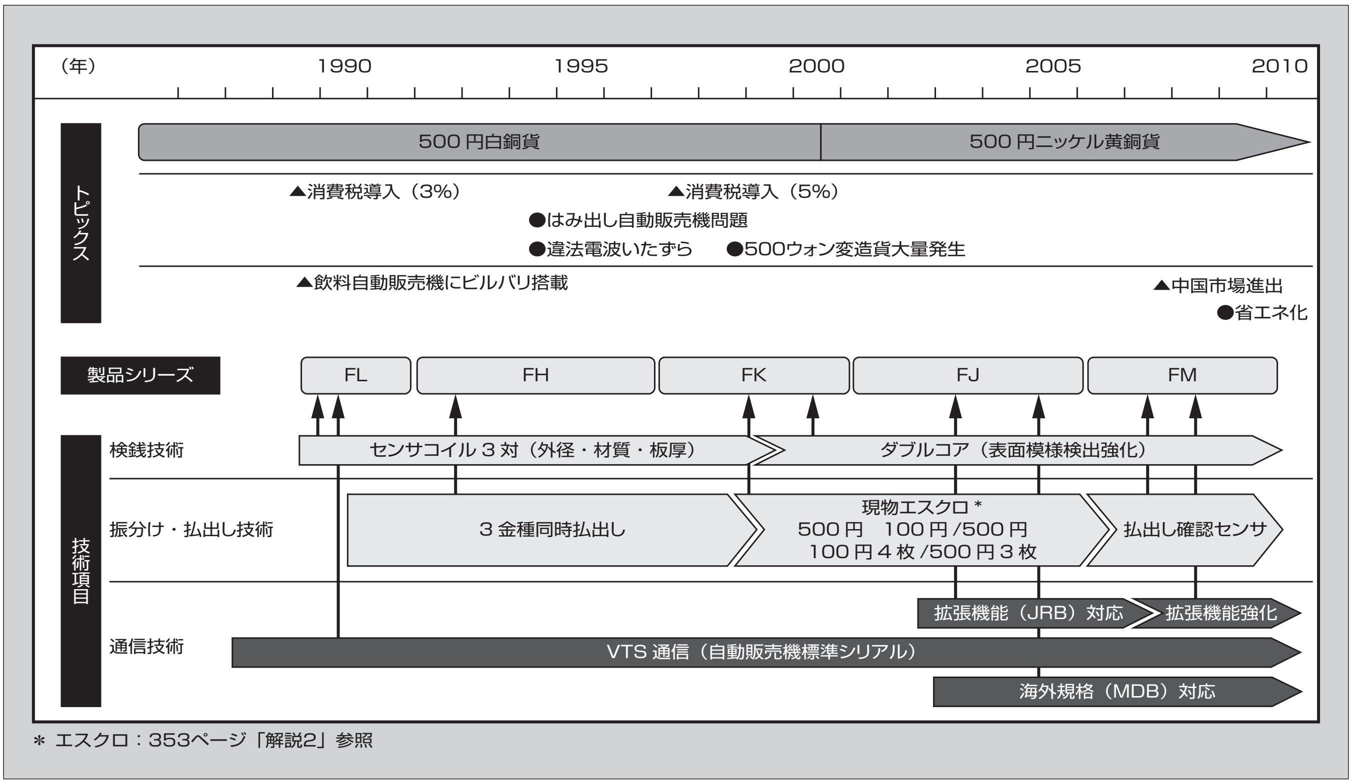


図2　コインメックの技術年表

すます多様化している。たばこも同様に，1989年ごろ200円程度が主流であった。その後，段階的に値上げを行い，現在では300円の商品が主流となっている。このように商品の売価が変わると，次のような要望が出てきた。

(a)　必要なつり銭の種類，数量を増やしたい。

(b)　つり銭を払い出す枚数が増えることにより，長くなる取引の時間を短くしたい。

3.4　自動販売機管理の省力化

ここ数年の不況では，自動販売機の顧客も設備投資を抑制する。このようなときには，顧客は機器のコストはもちろんだが，“ランニングコスト”に対しても，非常に敏感になる。コインメックについても次のようなことが求められる。

(a)　オペレーション（つり銭の回収・補充）の効率化を図る。

(b)　故障しない（修理費がかからない）。

(c)　万一の故障の際も，原因の究明や対策が容易である。

3.5　消費電力の低減

自動販売機は「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）で特定機器に指定されており，2012年までに30％削減（2007年基準）を目標としている。自動販売機に搭載されるコインメックについても，消費電力の低減が求められている。

3.6　開発の狙い

これまで述べてきたコインメックへの要求内容を踏まえた開発の狙いは，次のとおりである。

(a)　検銭部における正貨受付性能と偽貨排除性能の向上

(b)　ペイアウト部におけるつり銭払出し性能の向上

(c)　アクセプタ部とカセットチューブの取扱い性の向上

(d)　消費電力の低減

コインメックは**図2**のような技術変遷を経てきた。「FMVTシリーズ」は，さまざまな市場要求に応えた最新モデルである。**4章**以降，その具体的な技術内容を記述する。

4　検銭性能向上への取組み

貨幣を安全に流通させるためには，貨幣の信頼性を上げる必要がある。これは，偽貨の流通を防止することであり，自動販売機にて排除することが，対策の一つとして挙げられる。そこで，富士電機の取組みとして次の技術を製品に適用し，偽貨対策を実施した。

(1)　新検銭アルゴリズム

(2)　現物エスクロ（353ページ「解説2」参照）機構

(3)　プログラム書換え機能

4.1　新検銭アルゴリズムの考案

検銭とは，硬貨の特徴である素材・直径・厚みを検出し，あらかじめ決めておいた範囲内にあるかを判定して，真偽を識別することである。

富士電機のコインメックは，個々の特徴を検出するために三つのセンサを搭載している。

しかし，韓国500ウォン硬貨の変造貨を使って，硬貨の3種の特徴検出・判定だけでは防止困難ないたずらが発生した。当時の500円硬貨（旧500円硬貨）と比較すると，韓国500ウォン硬貨は素材・直径は同一であるが，厚さが異なるため排除は可能であった。しかし，表面を切削して厚みを旧500円硬貨に合わせた変造貨は，従来の技術では排除が困難であった。

そこで，硬貨の模様に着目し，表面の形状を検出・判定する方式を考案した。表面の模様は厚みの違いにより構成されているため，以前から装備している厚みセンサを流用することができる。

硬貨を識別するアルゴリズムの判定項目に，厚みセンサによって捉えた硬貨表面の連続的な厚みを数値データとして加えた。このデータを基に，硬貨の表面形状が識別できるようになったので，新規にセンサを追加しなくても，検銭性能が向上し，変造貨の排除ができるようになった。

4.2　現物エスクロ機構の導入[(1)]

コインメックは，常に最新の検銭性能を備えて製品化する。しかし，それをかいくぐる偽貨の出現が相次ぎ，犯罪者とのいたちごっこが続いていた。このような予期できない偽貨に備えるために，業界で先駆けて現物エスクロ機構を考案した。現物エスクロとは，アクセプタ部に装備した機構であり，投入硬貨を一時保留する機能を持っている。**図3**に，現物エスクロ部の構成を示す。

自動販売機での商品購入過程と現物エスクロ機能の動作は次のとおりである。(c)を実現することにより，偽貨による正貨の詐取を防止した。

(a)　投入硬貨を一時保留する。

(b)　商品が購入された場合，一時保留していた硬貨をつり銭保留部へ導入し，つり銭として再利用する。

(c)　商品の購入が行われずキャンセル操作があった場合，

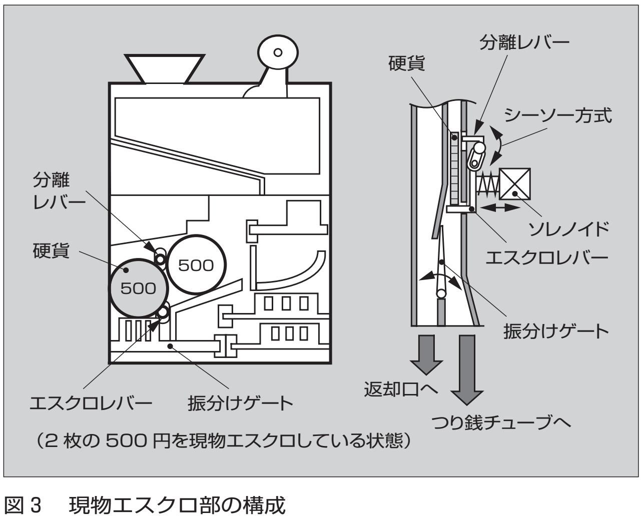


図3　現物エスクロ部の構成

一時保留していた硬貨をそのまま返却する。

アクセプタ部で投入硬貨を一時保留するため，次のような工夫を行った。

(a)　硬貨を保留するスペースの確保

(b)　アクセプタ内の限られたスペースに組み込む新たな硬貨の払出し機構

(a)については振分け通路を流用し，硬貨を同一平面上に停止させる方法にて一時保留スペースを確保した。そのため，従来は硬貨が積重ね姿勢であったものを，立ち姿勢としたことに加え，(b)を実現するために，シーソー方式による小型の払出し機構を新たに開発した。

現物エスクロ機構を搭載した初期（1999 年）のコインメックでは，一時保留可能な硬貨は 500 円硬貨 2 枚のみであった。これを，最新の FMVT シリーズでは，500 円硬貨 3 枚，100 円硬貨 4 枚に増やすことにより，高額の商品を購入しようとしたときに，投入された硬貨だけで返却できるようにした。

4.3　プログラム書換え機能の採用

市場に設置されている自動販売機の偽貨対策は，検銭プログラムのバージョンアップで可能な場合が多い。従来はプログラムの書換えができなかったので，コインメックの交換が必要であり，対応にも時間を要した。

そこで，市場に設置済みのコインメックや，工場のラインで組立て中のものに対しても速やかに対応するため，プログラム変更が容易にできる必要がある。対策としてコインメックに搭載している CPU をマスクメモリからフラッシュメモリを使ったものに変更した。フラッシュプログラムの書換えによって，偽貨対策や将来の改鋳に，柔軟に対応できるようになった。

5　つり銭払出し性能の向上

つり銭の払出しは，コインメックの基本機能の一つである。つり銭払出し性能を向上させるために次の取組みを実施した。

(1)　つり銭払出しのスピードアップ

(2)　払出し確認機能の強化

○印は、払出し硬貨を示す。

回目	従来コインメック（2 金種の同時払出し）500 円硬貨	100 円硬貨	50 円硬貨	10 円硬貨
1	○	○	−	−
2	−	○	−	○
3	−	○	−	○
4	−	−	○	○

回目	FMVT コインメック（3 金種の同時払出し）500 円硬貨	100 円硬貨	50 円硬貨	10 円硬貨
1	○	○	−	○
2	−	○	○	○
3	−	○	−	○

3 回の動作で払出しが完了する。

図 4　つり銭 880 円分の硬貨の払出し動作の比較

5.1　つり銭払出しのスピードアップ

近年は，ビルバリの搭載率のアップ，商品価格設定の多様化に伴い，つり銭枚数は増加する傾向にあった。

つり銭の払出し金額に合わせて最適な金種組合せを演算処理し，3 金種の硬貨の同時払出しをできるようにした。その結果，つり銭の払出し待ち時間を軽減し，利用者の快適性を醸成した。

図 4 に示す例は，千円紙幣を投入し，120 円販売によって 880 円のつり銭を払い出す場合の動作比較である。従来より 1 回少ない払出し回数で動作完了できる。

5.2　払出し確認機能の強化

従来，つり銭硬貨の払出し制御は，払出し用のモータを駆動することで払出しを完了し“硬貨が出た”と判断していた。

駐車場のような塵埃（じんあい）の多い環境や，鉄道車両のように振動のある環境下においても，より高い信頼性を実現するため，業界初の払出し確認センサを搭載して，硬貨の払出しを実際に確認できるようにした。硬貨の汚れや変形または振動の影響で，つり銭が出ないことを払出し確認センサで検出した場合には，リカバリー動作として，硬貨の再払出しを実施する。払出し確認センサには，払い出された硬貨を検知する磁気センサを使用した。磁気センサは，**図 5** に示すように，払出し板の往復運動により払い出される硬貨の着地面（ペイアウトベース）に固定されている。

磁気センサの採用に当たっての課題は，安定したアナログセンサ波形を得ることであった。センサ波形のばらつきの要因は，落下した硬貨のバウンドなど姿勢変化によるものであった。CAD のシミュレーションにより仮想的に硬

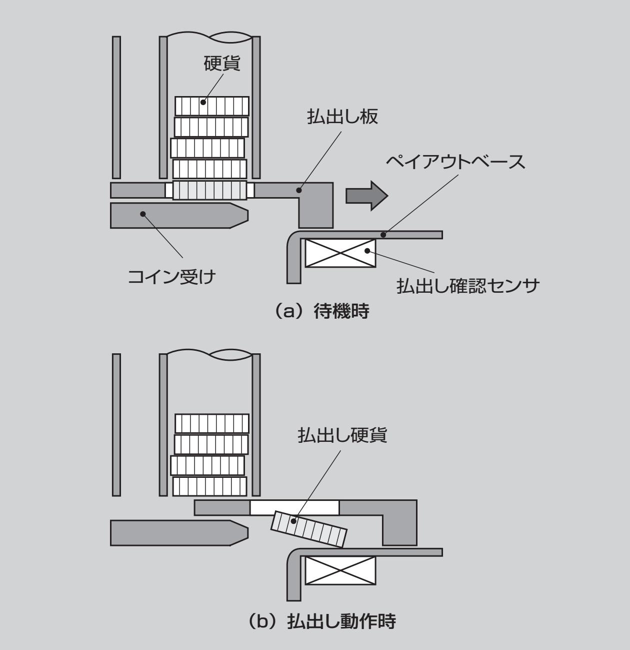


図 5　払出し確認センサの概念

特集

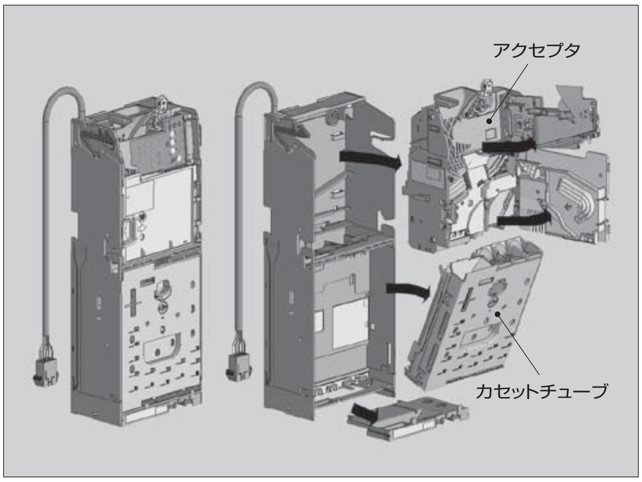


図 6　「FMVT シリーズ」の構造

貨の挙動を再現し，払出し硬貨の姿勢の安定化を実現した。

6　取扱い性の向上

富士電機は，消費税の導入などの社会的環境変化に対応しながら，利用者やオペレーターのニーズにも対応して，利便性の良いコインメックを提供してきた。

6.1　容易なメンテナンス性の実現

コインメックのランニングコストを抑えるためは，メンテナンス性を向上させ，市場からの不要な返却を減らす必要がある。

FMVT シリーズでは，**図 6** の構造により，次のような特徴を盛り込んでいる。

(a)　ワンタッチ開閉機構

アクセプタやカセットチューブは工具不要で分解・組立を可能にし，容易に清掃できて詰まり硬貨を取り除きやすくした。

(b)　カセットチューブの採用

つり銭の保留部は，従来機種では本体に固定されていたが，保留部をカセット構造にすることで硬貨の全回収や運搬時の利便性を高めた。

着脱可能なカセットチューブはセット不良が予想できる。このようなオペレーションのミスに対して，セット検知スイッチを設けた。カセットチューブの装着を検知して硬貨詰まりの原因を防止するようにし，フールプルーフを盛り込んだ。

6.2　つり銭管理機能の搭載

コインメックは，受け入れた硬貨をつり銭保留部に導く。保留される硬貨は，商品の金額やロケーションなどによって枚数が異なるため，現金を回収する際に手作業でつり銭を残す操作が必要となり，時間を要していた。

FMVT シリーズでは作業効率を向上するため，**図 7** に示すとおり自動つり銭モードと，自動チューブ残量モードという 2 種類のつり銭管理機能を搭載して，上述の作業を軽減した。

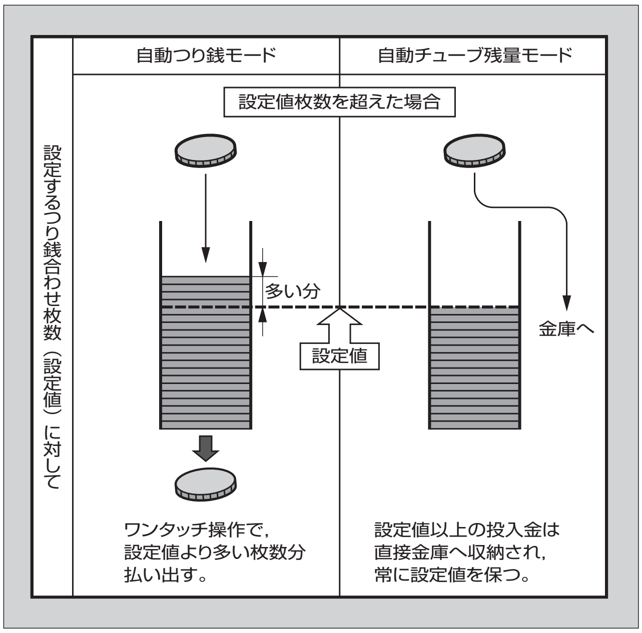


図 7　つり銭管理モードの概念

(a)　自動つり銭モード

投入硬貨をつり銭保留部にストックし，つり銭回収時に一括払出しを行う。

(b)　自動チューブ残量モード

事前に自動販売機側で設定した枚数以上の投入硬貨をダイレクトに金庫へ収納する。

7　省エネルギー化[(2)]

24 時間稼動する自動販売機は，消費電力の低減が環境対応の一つである。したがって，コインメックにおいても低消費電力化は大きなテーマとなる。

コインメックの動作別の消費電力は，次の三つに分類できる。

(a)　硬貨の投入待ち状態（待機状態）

(b)　投入硬貨の受入れ動作

(c)　つり銭払出し動作

(b)と(c)では，商品を購入しているときだけモータまたはソレノイドを動作させる。そのため，電力の消費は大きいが，一時的である。1 日の大半が待機状態であるため，消費電力を低減するためには，(a)を見直すことが効果的である。

自動販売機との一連の動作で，常時動作が必要な機能と停止可能な機能とに分類し，電源の切断可能な回路を抽出した。また，回路の一部を切断しても一連の動作に影響しないように，電源の切断・復電タイミングの判断はコインメック自身で行う方式を採用した。省エネルギーモードで待機時の回路を一部切断することで，消費電力を従来の 27% 削減した。

8　あとがき

電子マネーが普及してきた今日であっても，現金決済は決してなくならない。駐車場やコピー機の料金決済などの自動化機器は，増加する傾向にさえある。

今後も富士電機のコア技術として，コインメックの技術開発に努力し，市場の要求に応えていく所存である。

参考文献

(1)　大藪博ほか. 五百円硬貨の現物エスクロ機能搭載コインメック. 富士時報. 2000, vol.73, no.3, p.192-195.

(2)　松澤光明ほか. 環境対応貨幣識別装置. 富士時報. 2009, vol.82, no.4, p.(42)-(46).

松藤　　宏

通貨関連機器の開発・設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部グループマネージャー。

西山　高志

通貨関連機器の開発・設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部アシスタントマネージャー。

飯嶋　　茂

通貨関連機器の開発・設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

特集

紙幣識別装置の要素技術

特集

Elemental Technology of Bill Validators

千國　量也 Kazuya Chikuni　　松澤　光明 Mitsuaki Matsuzawa　　大岩　武 Takeshi Ohiwa

富士電機の自動販売機搭載用の最新機種である紙幣識別装置「BVE シリーズ」は，小型・薄型化，軽量化，省エネルギーを実現している。紙幣のローラ搬送やユニット化構造，変形しにくいステンレス鋼板を使用した盗難防止構造などさまざまな拡張機能を搭載している。新紙幣の偽造防止技術に対応した識別性能向上のために，フラックスゲート型磁気センサを開発した。さらに，高性能マイコンを採用して，光センサの自動調整機能や時分割調整方式，形状判定新識別アルゴリズムを開発し，制御機能の向上を図っている。

Fuji Electric's latest series of bill validators for vending machines, the "BVE Series" features a small and low profile size, light weight, and realizes energy savings. This series incorporates various enhanced features such as bill roller transport, a modular unit structure, and an anti-theft mechanism made from a hard-to-deform stainless steel plate. To improve the discriminating ability and support anti-counterfeiting technology for new bills, a fluxgate type magnetic sensor has been developed. In addition, by using a high-performance microprocessor, and developing and utilizing an optical sensor automatic adjustment function, a time-sharing adjustment system and a new algorithm for shape identification, the control functionality has been improved.

1　まえがき

自動販売機の紙幣識別装置（ビルバリ）は，挿入された紙幣を識別し，収納する機能を持った入金処理装置である。ビルバリは，たばこや酒などの高額商品を扱う自動販売機だけでなく，販売機会を逃さないためにも，ほとんどの自動販売機への搭載が必須となっている。

ビルバリは高額貨幣（紙幣）を正確に受け入れるため，高度な識別性能が要求される。さらに，富士電機は，社会情勢や自動販売機を取り巻く環境の変化に応えるため，形状や取扱性の向上などに努めてきた。ここでは代表的な機種を取り上げ，開発した新型ビルバリの技術について紹介する。

2　ビルバリの仕組み

図 1 にビルバリの外観と構成図を示す。

ビルバリは，紙幣挿入口に挿入された紙幣を自動搬送して，磁気センサと光学センサで識別（検札）を行う。

真券と判定した場合は，装置内部へ搬送して一時保留し，挿入金額を自動販売機の制御部へ送信する。続いて自動販売機本体から商品購入後の精算信号を受けると，紙幣を整列収納する。つり銭は，硬貨処理装置から払い出す。

偽造・変造紙幣と判定した場合および返却レバーが押された場合は，その紙幣を返却する。

3　開発の背景と狙い

図 2 に，自動販売機用ビルバリの技術開発年表を示す。富士電機の自動販売機用ビルバリの変遷は，小型・薄型化や高信頼性，高保守性，偽造・変造対策，識別性能の向上など開発の歴史でもある。

3.1　清涼飲料自動販売機への搭載

1980 年ごろ初めて製品化したビールやたばこの自動販売機用のビルバリは，最大 10 枚の千円紙幣を一時保留することができた。1980 年代後半に小型で安価な製品を投入したことで，清涼飲料自動販売機にも搭載されるようになり，生産量も爆発的に増加した。

3.2　社会問題，環境問題への配慮

1995 年には自動販売機のはみ出しが社会問題となった。このため，自動販売機に搭載するビルバリも薄型化が必要となった。

自動販売機用ビルバリの外形は，自動販売機の用途やデザインに合わせて改良を続けた。**図 3** に示すように中型に

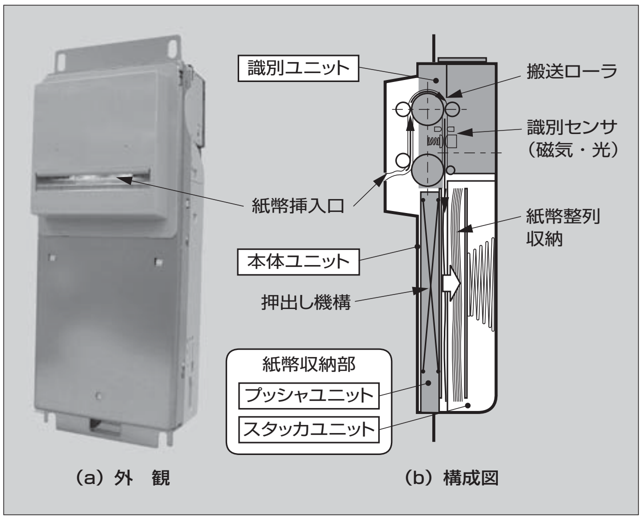


図 1　ビルバリの外観と構成図

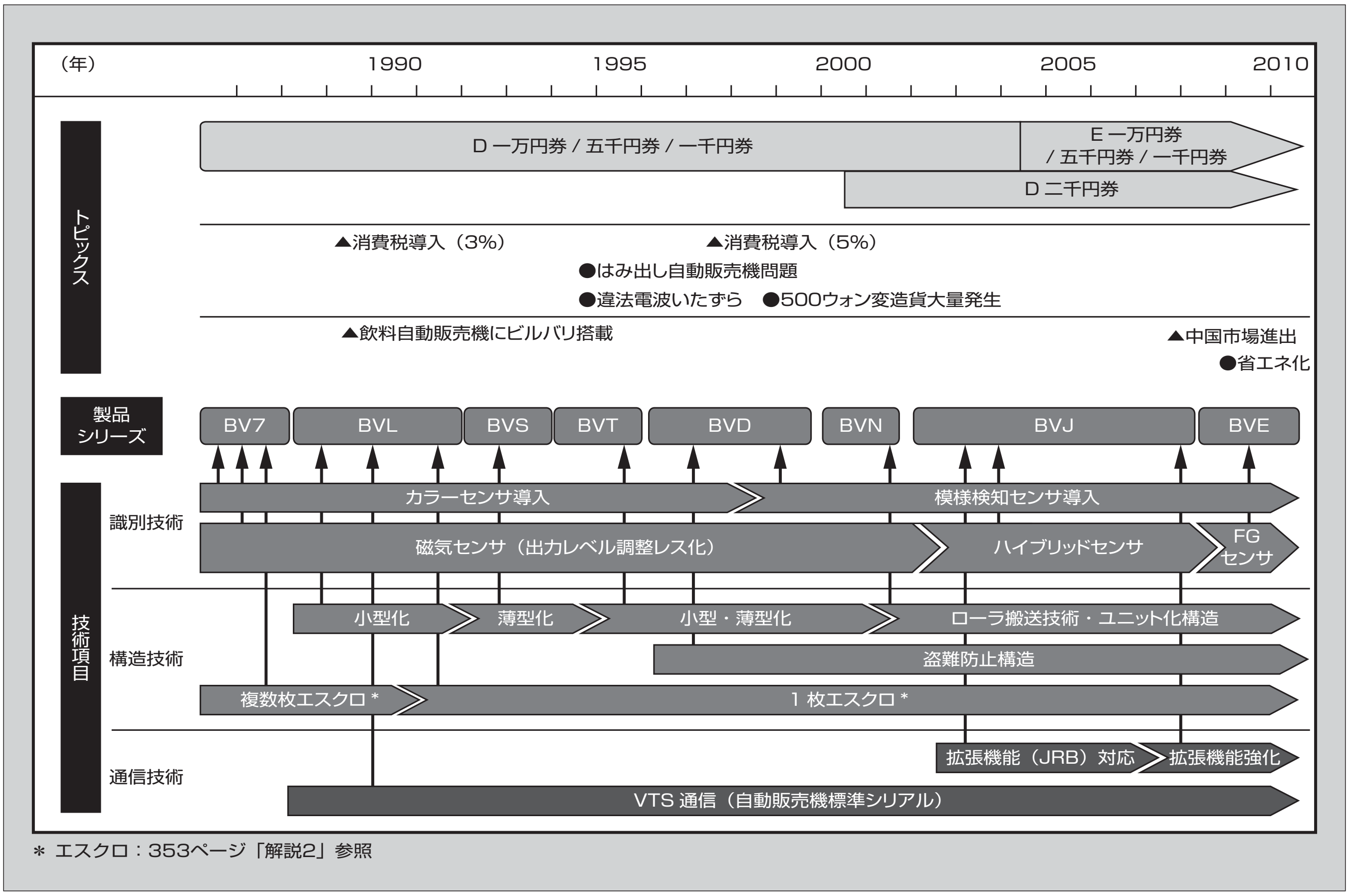


図 2　自動販売機用ビルバリの技術開発年表

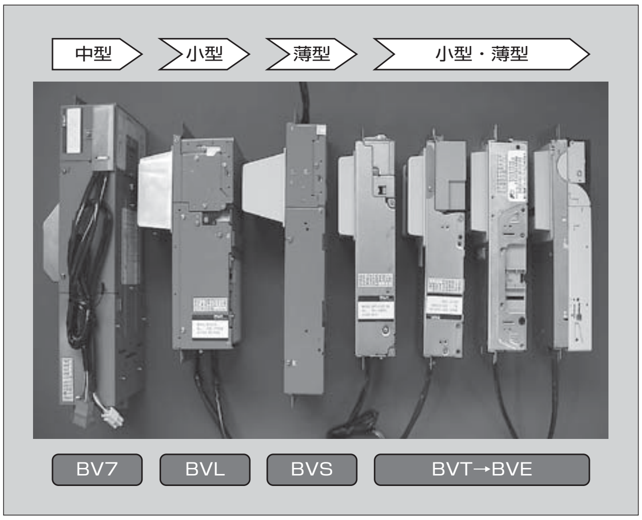


図 3　自動販売機用ビルバリの外形変遷

始まり，小型 → 薄型 → 小型・薄型の順に開発を進めてきた。最終的に，現在の外形である“小型・薄型”が業界のスタンダードになっている[(1)]。

最近は，幅広い年代層や体が不自由な人にも使いやすいようにユニバーサルデザインの導入が必要であり，同時に，軽量化・省エネルギー（省エネ）など環境への配慮が求められている。

3.3　犯罪行為への対応

自動販売機は無人運転であるため，ビルバリの収納紙幣の盗難事件や，偽造・変造紙幣による犯罪行為が後を絶たない。富士電機は，これらの犯罪行為に対応するため，2004 年よりビルバリの盗難防止構造を強化するとともに，改刷券の偽造防止要素の検出が可能な新型センサを搭載し，識別性能の向上を図っている。

3.4　開発の狙い

これまで述べてきたビルバリへの要求内容を踏まえた開発の狙いは，次のとおりである。

(a)　小型・薄型化（自動販売機内の商品スペース確保）
(b)　紙幣詰まりなどによる停止がないこと
(c)　真券受付性能と偽造・変造紙幣排除性能の向上

4　小型・薄型化，軽量化，省エネルギー化への取組み

4.1　小型・薄型化

小型・薄型化の実現のために，厚み 16 ミリのプッシャユニットを開発した。プッシャユニットは，挿入された紙幣を一時保留し，その紙幣を整列収納するスタッカユニットに押し出す機構を持っている。

ビルバリ「BVE シリーズ」では，駆動負荷を低減させ

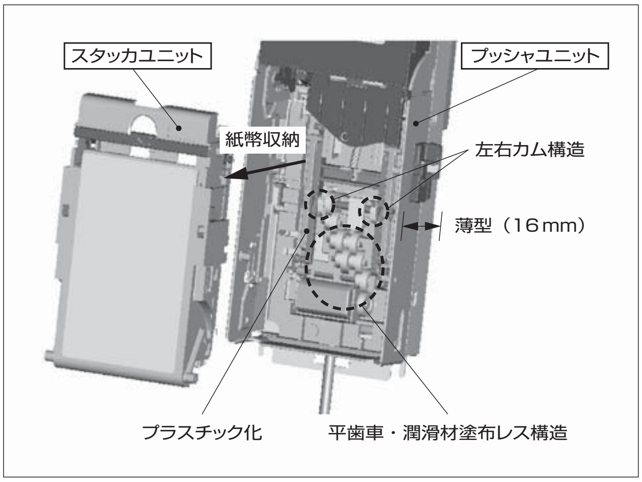


図4　「BVEシリーズ」紙幣収納部のプッシャ機構

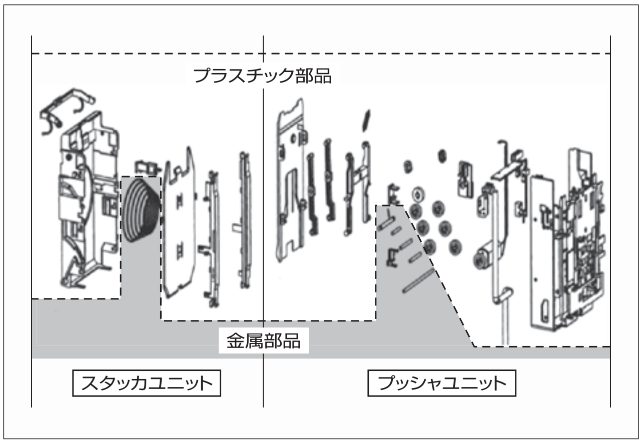


図5　「BVEシリーズ」紙幣収納部の部品構成

耐久性能と紙幣収納性能を向上させた。

主な特徴は次のとおりである。

(a)　平歯車による潤滑材塗布レス構造

(b)　約0.4秒（前機種は0.7秒）の高速収納

(c)　600枚まで収納可能なシリーズへの拡張対応

駆動方式には，ウォーム・ギヤを使わず伝達効率の良い平歯車（**図4**）を使用している。フレームや機構部品のプラスチック化により駆動負荷を低減した。稼動部は負荷ばらつきの少ない潤滑材塗布レス構造により，耐久性が向上した。

さらに，負荷の低減によって減速比を小さくして，収納速度を速くした。

また，左右2か所のカム機構により，状態の悪い紙幣や多数枚を収納する時でも安定した整列収納ができるようにとなった。

4.2　プラスチック部品の多用による軽量化

1995年ごろまでは，ビルバリの主な構造部品は板金加工していたため，製品質量は約3～5kgあった。BVEシリーズでは，複合機能化による部品点数削減と軽量化を行うために，プラスチック部品を多用している。部品点数では製品全体の約50%をプラスチック部品が占め，製品質量を約1kgまで軽量化した。

図5の紙幣収納部は，ほとんどの部品をプラスチック化してスナップフィット構造としている。ねじやE形止め輪などの締結部品数を低減し，工具なしでの組立と調整レス構造を実現した。

BVEシリーズの成果として，次の3点を達成した。

(a)　部品の一体化による部品点数の削減

前機種比で，部品点数を約10%削減した。

(b)　スナップフィット構造による，組立・分解性向上

ねじは10本，E形止め輪は0個に削減した。これにより，組立工数を約25%削減した。

(c)　軽量化

前機種比で，7%軽量化した。

4.3　省エネルギー化

自動販売機は「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）の特定機器に指定されている。自動販売機は24時間稼動し，自動販売機に搭載されたビルバリは大半が待機状態にあるので，その状態での消費電力の削減方法は，次のとおりである。

(a)　待機中の紙幣識別機能（識別センサ）の停止

(b)　待機中の回路微量消費電力の削減（部品見直し）

(c)　位置検知および不正防止センサの間欠点灯

BVEシリーズでは，前機種で5枚あったプリント基板を3枚まで減らした。実装部品を15%削減し，面積比で20%の小型化を図った結果，待機状態の平均消費電力を1.28Wから0.95Wと約26%低減し，業界1位の省エネ化を達成した。(2)

5　高信頼性への取組み

5.1　ベルト搬送からローラ搬送へ

紙幣の搬送において，スリップによる識別性能の低下や，詰まりが発生しないように，高温から低温まで安定した搬送力を長期間維持する必要がある。

ビルバリの搬送では当初タイミングベルトを利用していたが，使用頻度が高くても搬送性が維持できるよう，耐摩耗性の向上が求められていた。

そこで，2000年から搬送用に適したゴムローラを採用して，耐摩耗性の向上を図った。シリコンゴムを採用し，環境変化による硬度変化を少なくすることで，低温での搬送力低下を抑えた（**図6**）。なおかつ，引裂き強度が高く，摩耗に強いシリコンゴムを選択し，長寿命化を達成した。

図7に示すように，「BVEシリーズ」ではローラを大径化し，搬送カーブを緩やかにすることで，しわ札，湿り札などの搬送性を向上させた。同時に挿入ローラを追加することで紙幣の取込みを良くし，腰の弱い紙幣に対する挿入性の改善を図った。

〈注〉紙幣のシリーズ記号：353ページ「解説1」参照

特集

5.2　ユニット構造

ビルバリでは，2002年からユニット構造を採用した。ユニット構造は，2004年のE券〈注〉への改刷時に，その前のD券〈注〉に対応した出荷済みの装置を，本体ごと交換することなしに，識別ユニットだけの交換で対応できるようにしたものである。しかし，誰もが簡単にワンタッチで交換できるようにするためには，ケーブルの取外しやユニットの固定方法などに課題があった。そこで，業界初となる着脱コネクタの採用や，取り外しやすく外れにくい専用のスナップフィット構造を考案した。ドライバなどの工具を使わずに四つのユニットに分解可能な構造が，富士電機のビルバリの大きな特徴である。

図8に，BVEシリーズのユニット構造を示す。図のように各ユニットとも①スナップフィットを外し，②矢印の方向に移動させることで容易に取り外すことができる。

ユニット構造は，改刷対応という当初の目的以外に，シリーズ品への展開の容易さ，分解・組立性および保守性の向上にも貢献している。また，ユニットの分割，着脱コネクタの採用で部品点数は増えたが，ユニット組立により信頼性が向上した。

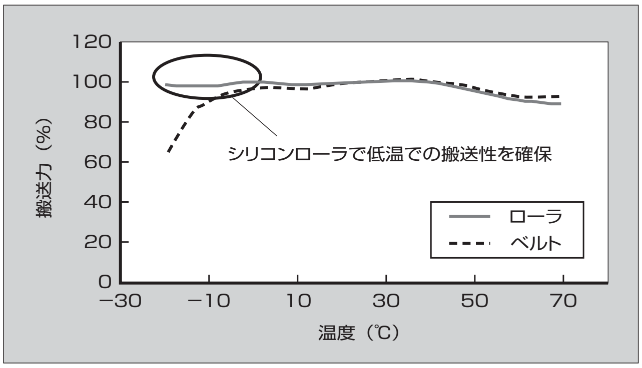


図6　ベルトとローラの搬送力の違い

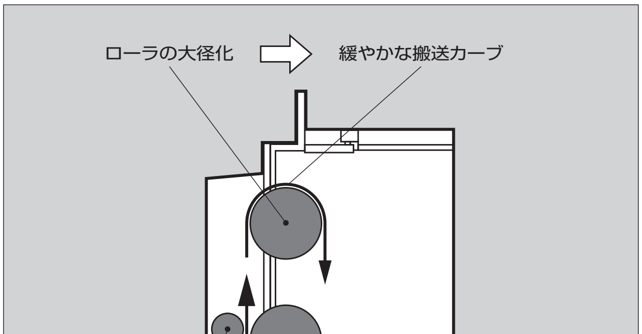


図7　「BVEシリーズ」の搬送ローラ

5.3　盗難防止構造

ビルバリの収納紙幣を狙う窃盗（せっとう）行為で代表的なものは，バールで挿入口をこじ開ける手口である。自動販売機側で挿入口手前の板金間口を狭めて対策を講じているが，ビルバリ側でも強化しないと収納紙幣が盗み出されてしまう。

当初の対策は，プラスチックの挿入口に板金をインサート成形し強化を図るというものであった。耐環境性への配慮が必要になってきたことや，市場で盗難事件が多発したことなどにより，さらなる対応が求められていた。

そこで2004年からは，鉄板よりも変形しにくいステンレス鋼板を使った盗難防止板を組み合わせることで強化を図った。同時に盗難防止構造が複雑化し，全体に占める部

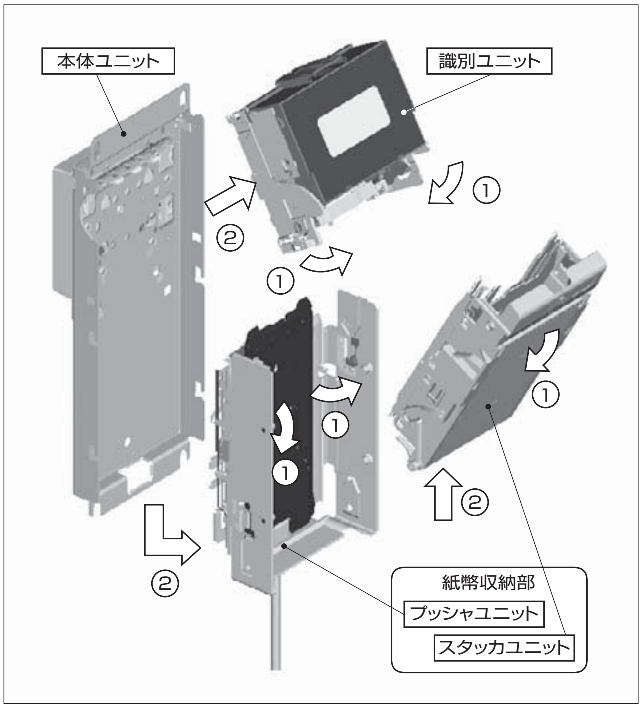


図8　「BVEシリーズ」のユニット構造

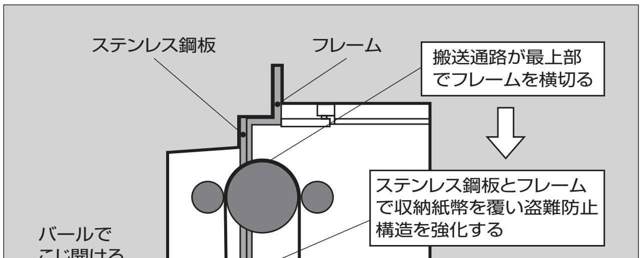


図9　「BVEシリーズ」の盗難防止構造

品点数も増加していった。

図 9 に，BVE シリーズの盗難防止構造を示す。大径化したローラをフレームよりも前面に突出させ，搬送通路がフレームを横切る位置を最上部に配置することで，フレーム自体を盗難防止板にすることを可能とした。また，単純な平板形状のステンレス鋼板と組み合わせることで，盗難防止性の強化とシンプルな構造を両立させた。

5.4　拡張機能

後述するフラッシュメモリを利用することで，ビルバリの稼動履歴を記憶し，次の拡張機能を提供している。

⑴　偽造・変造紙幣の挿入抑止機能

挿入された紙幣が正しい紙幣でないことをある回数連続で判定した場合は，偽造・変造紙幣の挿入であると判断し，識別精度を自動的に厳しくする。その後，ある時間経過後に標準の識別精度に戻るようにしている。

この機能により，偽造・変造紙幣の挿入に対して，サービスマンが現地まで出向いて識別精度の設定を厳しくする必要がなくなり，かつ防犯性の高い製品を提供することができるようになっている。

⑵　汚れ通知機能

紙幣の受付状況を記憶し，受付率が低下すると，搬送通路面が汚れを想定して点検ランプを点灯し，点検を促す機能である。

この機能により，清掃時期が明確となり，頻繁に清掃する必要がなく，サービスマンの負荷を軽減することができる。

⑶　メンテナンスお知らせ機能

稼動履歴により，使用時間や紙幣挿入枚数が把握できるため，自動販売機を管理する顧客にメンテナンスが必要になったことを，点検ランプの表示状態により通知する機能である。

この機能により，顧客にオーバーホールや交換を促すことが可能となり，ビルバリの機能低下を未然に防止し販売機会を逃さないようにできる。

6　識別性能向上の取組み

紙幣の識別では，磁気成分の検出と光センサによる厚みや外形，色，模様の検出にて，真偽判定をしている。

次に，識別性能向上の取組みとして，磁気センサや制御関係の機能向上について説明する。

6.1　磁気センサ・光学センサの機能向上

富士電機のビルバリでは，調整レスでかつ温度環境変化でも安定した磁気センサの出力信号が得られる回路技術を確立している。さらに，分解能を高くして，紙幣の磁気成分の細かな差異を安定して検出する技術を確立し，高い識別性能を実現している。

ところが，2001 年ごろ，格段に OA 機器の性能が上がったため，ビルバリで識別できない偽造紙幣が出回り，国としても収拾を図るため，改刷を発表した。

2004 年の改刷において，新たな偽造防止要素が追加された。これを検出するためには，磁気成分と光学成分を複合で検出する必要があった。

そこで，新たにハイブリッドセンサを開発した。このセンサは，従来の磁気センサと置換えが可能な形状でありながら，同一部分の磁気成分と光学成分の検出が可能である。さらに，磁気センサと光学センサの一体構成として，出力信号の安定化を図っている。改刷で施された新偽造防止要素を検出することで，偽造・変造紙幣排除性能を格段に向上させた。

さらに，従来よりも検出性能の高いフラックスゲート型磁気センサ（FG センサ）を開発した。その特徴は次のとおりである。

(a)　単体で改刷 E 券の新偽造防止要素が検出できる。

(b)　片面位置から紙幣両面の磁気成分が検出できる。

(c)　交流駆動型（発振型）のため搬送速度に影響しない。

ハイブリッドセンサよりも，偽造紙幣の排除性能を向上させることができた。また，(c)の交流駆動型であるという特徴により，高速搬送するつり銭機などでも安定した検出感度が得られる。

6.2　センシングアルゴリズムの向上

⑴　センサの自動調整機能の搭載

1995 年ごろまでは，生産時に光センサは手動調整をしていた。しかし，光センサ数の増加や増大した生産量に対応するため，電子調整の技術を開発した。さらに，環境対応するため，光センサの時分割調整方式を開発して，電子部品の削減とプリント基板の小型化を実現した。

⑵　“すき入れバーパターン”認識機能の搭載

高精度の偽造・変造紙幣を識別できるようにすかしや改刷 E 券に採用された“すき入れバーパターン[(3)]”（光に透かすと，すき入れられた縦棒がみえるパターン）の形状判定アルゴリズムを取り入れた新しい識別方式を開発し，搭載した。

⑶　自動センサレベル調整機能の搭載

紙幣挿入ごとにセンサレベルの自動調整機能を搭載し，環境変化や経時変化に追従して，安定した識別性能を確保できるようにした。

⑷　稼動履歴ログデータの取得と保存

メモリに多くの拡張稼動履歴データを割り当てたり，ログ機能を強化したりして，ビルバリの状態やメンテナンス時期の把握，告知機能を実現した。

6.3　ソフトウェア保守範囲の拡大

自動販売機用ビルバリでは，偽造・変造紙幣の挿入対策ソフトウェアを，市場に出回っている自動販売機に早期に組み込む際，交換可能な外付けメモリを使用してきた。しかし，その対応には交換用部材が必要であり，部材費用が発生した。

そこで，ビルバリを分解せずにソフトウェアの書替えの

みで対応が可能で，小型化のためプリント基板の面積を削減できるように，フラッシュメモリ内蔵のマイコンへの変更を行った。これにより，既設の自動販売機への対応は，フラッシュメモリの書替えツールのみを持参し，専用コネクタに接続してダウンロードするだけで素早いバージョンアップが可能となった。

今後は，ログデータ収集や素早い対応ができるようにするために，ネットワークを利用したダウンロード書替えや，稼動履歴のアップロードを行う技術の開発を進めていく。

7　あとがき

自動販売機の決済に関するお客さまのニーズは，電子マネーの登場もあって多様化している。さらなる偽造防止機能の強化や，人と環境にやさしい商品開発が今後も必要になってくる。富士電機の技術力を生かし，高信頼性への挑戦と識別性能向上を行うとともに，オペレーション性の向上を目指して開発を進める所存である。

参考文献

(1)　桐澤功明ほか. 薄形紙幣識別機（BVDシリーズ）. 富士時報. 1996, vol.69, no.7, p.387-390.

(2)　松澤光明. 環境対応貨幣識別装置. 富士時報. 2009, vol.82, no.4, p.(42)-(46).

(3)　新しい日本銀行券（一万円券）の偽造防止技術について. 日本銀行. http://www.boj.or.jp/type/release/zuiji/kako03/bnnew3.htm,（参照 2010-06-01）.

千國　量也

通貨関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部アシスタントマネージャー。

松澤　光明

通貨関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

大岩　　武

通貨関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

流通分野向け自動つり銭機の高機能・高性能化

Advanced and High-performance Functions of Automatic Change Machines for the Distribution Sector

宮坂　和好 Kazuyoshi Miyasaka　　新妻　信行 Nobuyuki Niizuma　　邊見　敏紀 Toshinori Henmi

スーパーマーケットなどの流通分野向けの自動つり銭機として，出金を自動化し，買い物客につり銭を正確に短時間で渡すことができる機器を開発し，好評を得てきた。近年は，自動つり銭機の高機能・高性能化に取り組み，自動つり銭機「ECS-07」を開発し，販売している。この機器は，入金時の鑑別・計数から，つり銭の払出しまですべてを自動化し，正確な現金管理が行える。さらに自動つり銭機内の硬貨・紙幣を自動で再計数する精査機能を備え，現金の棚卸時間も短縮可能である。また，TwoWay 回収庫や棒金収納庫などを備えているので，現場での金銭管理が容易かつ安全に行える。

Automated change machines for supermarkets and other such distribution sites have been developed to disburse automatically and to provide the customer with change accurately and quickly. These machines have been well received. Recently, Fuji Electric has developed and brought to market the ECS-07 automatic change machine which incorporates advanced and high-performance change machine functionality. This device fully automates all operations from the identification and counting of currency when deposited, until the dispensing of change, so that cash can be managed accurately. The device is additionally provided with checking function that automatically recounts the coins and bills inside the change machine, thereby enabling a reduction in the amount of time needed for cash inventory management. Also, the provision of two-way collection storage and coin roll storage improve the ease and safety with which money can be managed in the field.

1　まえがき

スーパーマーケットなどの流通分野では，レジの精算時間の短縮やつり銭準備金以外の売上金を確実に回収し，余剰金を持たない運用方法などが検討されている。現金の厳正な管理を行いたい，といった要求が高まっている。

この要求を満たす手段として，現金管理の厳正化・省力化（セルフレジ）を行うため，現金の計数・払出しを自動で実行し，さらに金庫の機能を備えるという自動つり銭機が注目されるようになってきた。また，自動つり銭機を使用する業態も量販店から専門店などへ広がってきている。

2　自動つり銭機の仕組み

自動つり銭機の役割について，以下に説明する。スーパーマーケットなどで商品を購入する際の流れは，次のような一連の作業になっている。

(a)　買い物客が購入する商品の金額をバーコードリーダで読み込むか，キャッシャーが，POS レジスタに直接打ち込み，合計金額を算出する。

(b)　キャッシャーは，買い物客から代金を受け取り，金額を数える。

(c)　受取金額と商品の合計金額の差額を計算する。

(d)　キャッシャーは，差額をつり銭として買い物客に渡し，受け取った代金は，硬貨・紙幣などを収納するドロアーなどに保管する。

自動つり銭機は，POS レジスタに接続され，一連の作業のうち，従来キャッシャーが手作業で行っていた前述の(b)から(d)の作業を自動で行う。自動つり銭機は，レジ業務における，現金処理の正確さと高速化，硬貨・紙幣などの保管庫としての役割を提供している。

次に，自動つり銭機の仕組みについて概説する。

図 1 に，自動つり銭機のブロック図を示す。POS レジスタの指令に基づき入金・出金動作を行うつり銭機は，大きく硬貨ユニット，紙幣ユニットの二つのユニットからなっている。

硬貨ユニットは，一括投入部に硬貨が投入されると，一括して投入された複数枚の硬貨を一枚ずつ，真偽を判別する検銭部に搬送する。

検銭部は，送られてきた硬貨を瞬時に本物か偽物かを判定する。偽物の硬貨は出金口に搬送し，自動つり銭機内部には取り込まないように制御する。本物と判定した硬貨は，いったん一時保留部に搬送し，一時保留する。その後 POS レジスタからの収納指令に従って，振分部に搬送し，各硬貨をそれぞれの硬貨収納庫に振分け，収納する。

収納部は，収納した硬貨を，POS レジスタからの出金指令に従って，つり銭として必要な枚数をそれぞれの収納

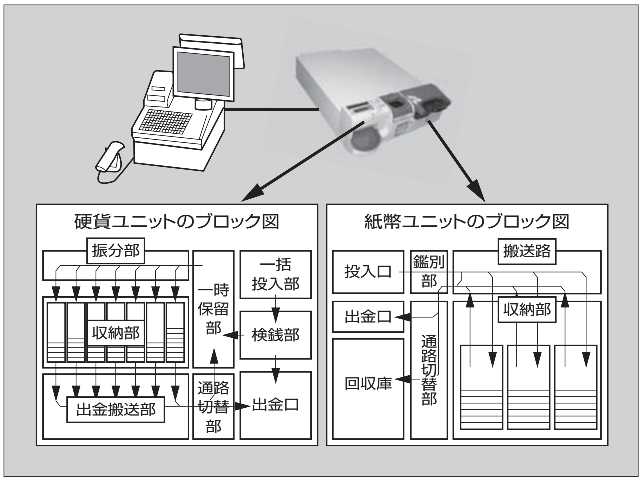


図 1　自動つり銭機のブロック図

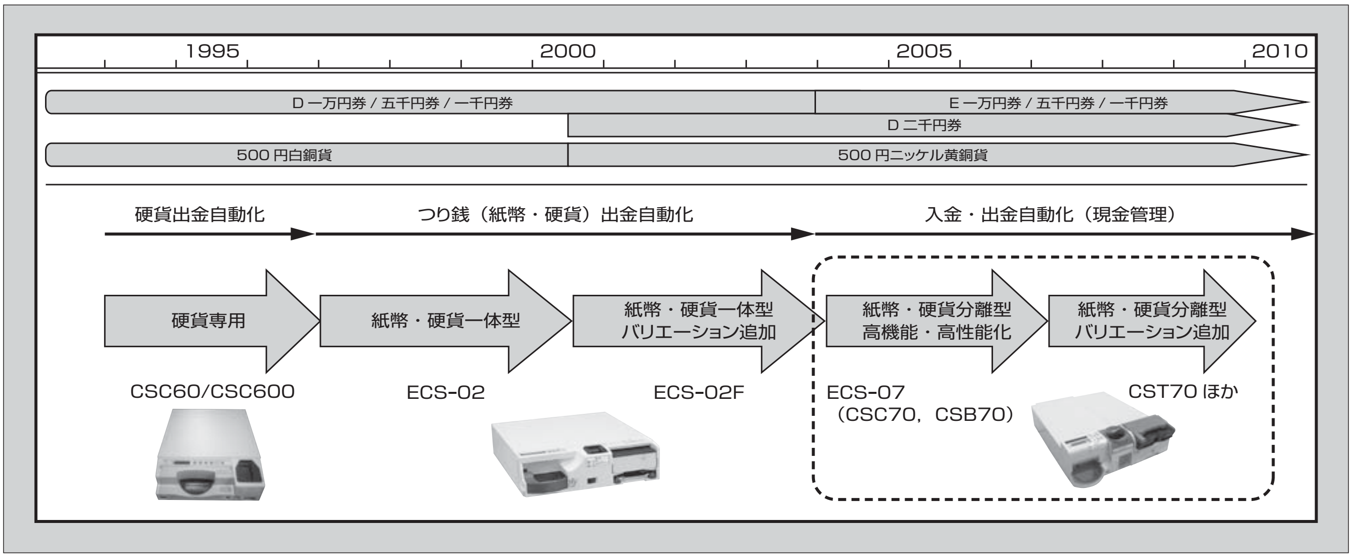


図 2　流通分野向け自動つり銭の開発トレンド

庫から一枚ずつ出金搬送部に操り出す。出金搬送部に繰り出した硬貨は，最終的につり銭として出金口に搬送する。

紙幣の場合も硬貨と同様に，複数枚の束で投入された紙幣を，鑑別部に搬送し，真偽を一枚ずつ瞬時に鑑別する。鑑別部で偽物と鑑別した紙幣は，搬送ルートを出金口へと切替え，装置外に搬送する。

本物と鑑別した紙幣は，搬送路を通り，それぞれの指定の一時保留部に収納し，POS レジスタからの収納指令に従って，収納庫に保管する。収納した紙幣は，POS レジスタからの出金指令に従って，それぞれの収納庫から一枚ずつ紙幣を繰り出し，搬送路を経てつり銭として出金口に搬送する。

3　新型つり銭機開発の背景

図 2 に，流通分野向け自動つり銭機の開発トレンドを示す。当初，つり銭を正確に買い物客に渡すといったつり銭の厳正化の市場の要求に対応するために，富士電機は，硬貨のつり銭の計数・払出しを自動で行うことができる自動硬貨つり銭機を開発した。1994 年に市場に投入し，硬貨のつり銭にまつわるトラブルを解決した。さらに 1998 年には，紙幣の計数・払出しを自動で行う紙幣・硬貨自動つり銭機を販売し，レジでの現金トラブルを激減することができた。

近年，出金金額以外に，預かり金額の打ち間違いについても厳正に管理する要求が高まってきた。

このような市場の現金管理の厳正化や省力化（セルフレジ）の要求，さらに広範囲の業態へ対応するため，富士電機は，2004 年に入金金額を機械で自動計数する新型自動つり銭機「ECS-07」（**図 3**）の開発に着手した。

開発に当たっては，他社との差別化を図るため，“現金管理の正確さ”“処理の高速化”“使いやすさ”“顧客要求への柔軟な対応”“高機能化”を目標に掲げた。高信頼性の実現により，開発した自動つり銭機は，市場で高い評価を得ている。

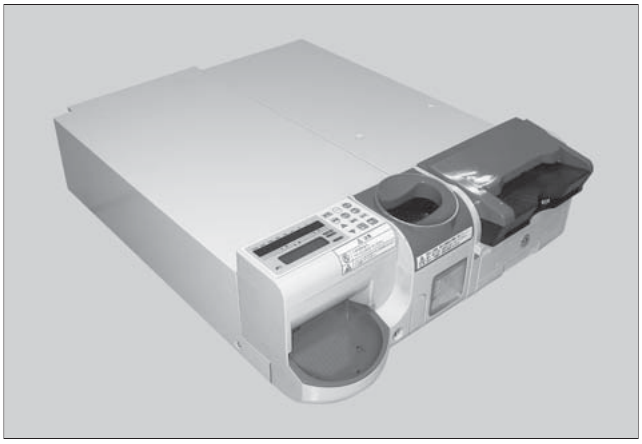


図 3　紙幣・硬貨分離型自動つり銭機「ECS-07」

4　現金管理の強化と使いやすさの追求

4.1　硬貨ユニット

硬貨ユニットは，入金金額確定の高速化，受け入れた硬貨の現物返却，収納硬貨の自動計数（精査）機能，出金時の誤計数，誤出金の撲滅といった大きな課題に対し，構造の最適化の検討を重ねた。従来機種にない一時保留機構を設けることにより，センサなどを大幅に増やすことなく，すべての課題を解決することができた。

次に，課題を解決するために行った一時保留部の設置とその制御方法について詳しく解説する。

⑴　入金金額確定の高速化

鑑別部と振分部の間に一時保留部（**図 4** ③）を設けた。入金額の通知を高速化するために，入金鑑別した硬貨を一時保留部まで搬送する過程で，入金額を確定する工夫を行っている。

⑵　入金硬貨の現物返却機能

買い物客からの受取金額と POS レジスタの表示金額に

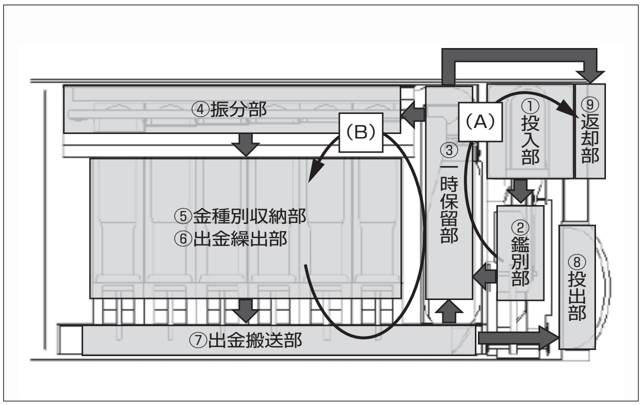


図 4　硬貨ユニットのブロック図

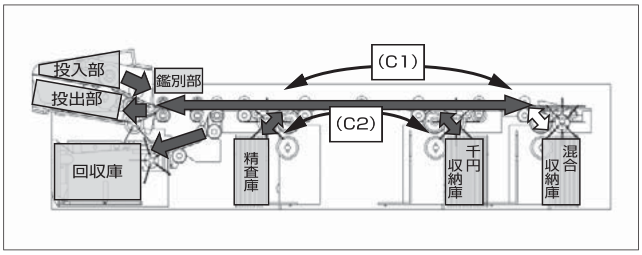


図 5　紙幣ユニットのブロック図

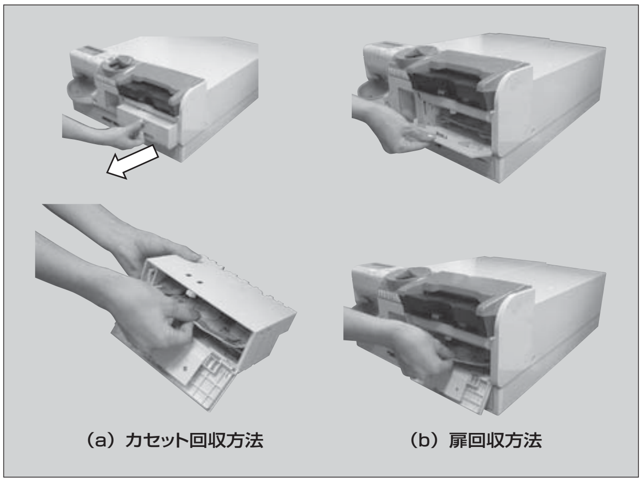


図 6　TwoWay 回収庫

相違が発生した場合は，一時保留部に収納した受取硬貨の現物を，**図 4** の(A)のルートを通じて返却部へ搬送するようにした。一時保留部からの直接返却には，いったんつり銭収納庫に収納した硬貨を出金するのではなく，受け入れたままの硬貨を返却することができるため，現金受入れ時のトラブルの防止に大いに貢献している。

⑶　収納硬貨の精査機能

入金と出金のすべてを自動つり銭機にて計数・管理している。そのため，自動つり銭機内に収納している実際の硬貨の金額（枚数）と自動つり銭機が計数している金額とは常に一致している。

しかしエラーなどが発生し，その処置のために自動つり銭機内の硬貨を除去した場合などは，自動つり銭機が計数している金額と実際に収納庫に収納している金額が合わなくなることがある。そこで，自動つり銭機内の硬貨をいったん外に出すことなく，自動つり銭機内で自動再計数する機能（精査機能）を開発した。この精査機能は他社にない富士電機独自の差別化機能である。

具体的には，**図 4** の(B)のルートにより，一時保留部を利用し，いったん収納庫から，金種ごとに硬貨を繰り出し，一時保留部への搬送・保留および計数を行い，自動で精査を行う。

その後，一時保留部に保留していた硬貨を**図 4** の(B)のルートで再度収納庫に搬送・計数し，金種ごとに枚数を確定する。

この動作を収納庫ごとに実施することで，自動つり銭機内で硬貨を自動再計数することができる。

⑷　出金リトライ機能

出金時に計数ミスなどを検知した場合は，従来の構造ではエラーとなって停止することしかできなかった。

今回の開発では，この問題を出金のリトライ機能で解決している。

金種ごとの必要枚数を出金搬送部に計数しながら繰り出し，その際，計数ミスなどを検知した場合は，**図 4** の(B)のルートで硬貨を収納庫へ戻し，再度収納庫から繰り出して正しく計数されれば投出部へ搬送している。このことにより，エラーで停止することなく円滑な運用が可能である。

4.2　紙幣ユニット

⑴　入金分離機構の最適化

自動つり銭機を小型化するために，一括で投入された紙幣を分離するための機構の荷重・軸受構造を見直した。さらに，ファームウェアによって間欠荷重制御を実施し，大幅な部品の削減をした。

⑵　紙幣収納庫構成の最適化

入出金頻度の高い千円紙幣は専用収納庫，ほかの金種（一万円・五千円・二千円）は混合収納庫と，二つの収納庫で構成し，自動つり銭の出金の高速化と装置の小型化の両方を実現している（**図 5**）。

また，千円収納庫・混合収納庫のほかに精査庫を設けることにより，以下の機能も実現している。

⑶　収納紙幣の精査機能

硬貨と同様，紙幣の収納枚数が不確定になった場合，千円収納庫と混合収納庫から紙幣を計数しながら繰り出して**図 5** の(C1)や(C2)のルートにより精査庫に収納する。計数が完了したら同一ルートを逆に搬送して収納庫へ戻すことにより，自動つり銭機内で紙幣を自動再計数できるようにした。

⑷　多金種対応出金

多金種混合状態の混合収納庫から，必要な紙幣のみ出金するために，出金専用に設けた金種判別センサによって，混合収納庫から金種を判別しながら繰り出す。出金不要の金種は，精査庫へ一時退避させ，必要な金種のみ投出部へ搬送する。金種ごとに収納庫を設けることなく出金が可能

となり，装置の小型化につながった。

⑸　TwoWay 回収庫

ユーザが紙幣に触ることなく収納庫ごと回収したいという要求と，紙幣を自動つり銭機の収納庫を開いて直接回収したいという要求を同時にかなえるために，回収カセットからなる TwoWay 回収庫（**図 6**）を設けた。

図 6 ⒜に示すように，自動つり銭機に鍵で固定された回収カセットを取り出し，事務所などの安全な場所で回収カセットの鍵を開けて現金の回収ができる。また，**図 6** ⒝に示すように，自動つり銭機に回収カセットを取り付けたまま，回収カセットの扉を開いて直接紙幣を回収することもできる。

4.3　制御部

⑴　操作表示部の視認性・操作性向上

大型 LED による収納状況表示と LCD の日本語カナ表示，専用ボタンで使い勝手を向上させた。

図 7 は履歴表示例で，自動つり銭機のつり銭収納状況や操作履歴などの多種情報の表示・確認および各種自動つり銭機を操作できる。

⑵　OPOS ドライバの自社開発

自動つり銭機と POS レジスタのアプリケーションの中間に位置し，POS レジスタからの指令を受けて自動つり銭機の詳細な制御を行う OPOS ドライバも同時に開発した。

OPOS ドライバが自動つり銭機の細かな制御を行うため，自動つり銭機の制御を意識せず，POS レジスタ側のアプリケーションを容易に開発することができる（**図 8**）。

自動つり銭機の詳細な稼動状況を示すログや POS アプリケーションとのやり取りのログの取得は，標準機能として OPOS ドライバ側に組み込んだので，POS レジスタ側のアプリケーションの開発なしでの提供を可能とした。**図 9** に，動作履歴ログの出力例を示す。

万一，自動つり銭機にエラーが発生したときに使用する復旧手順用の電子取扱説明書もドライバに連動させることで，POS レジスタ画面にエラー復旧手順などを表示して，エラー発生時の復旧処理を容易にしている（**図 10**）。

これらにより多くの POS 機種との連動が柔軟に対応できるようになった。

また，後述する棒金収納庫についても在り高を一元的に管理できるよう連動機能も設けている。

5　そのほかの機能向上

5.1　顧客別の豊富な設定機能

ECS-07 は，スーパーマーケットに代表される流通分野向けの用途以外に，病院の窓口精算機，大学内精算機でも活用されている。これらの用途では，それぞれ扱う金種の割合が異なる。そのため，用途ごとに最適な制御になるように，入出金のタイミングのほかに，多種の機能・制御を設定できるようにしている。

この自動つり銭機の設定は，手動による設定のほか，通信により設定データの読込み・書込みが行える。通信により設定データの読込み・書込みを行うためには，あらかじめ POS メーカーの開発した設定データを制御する POS アプリケーションを，POS レジスタにインストールする。この POS アプリケーションを使用して，つり銭機の設定

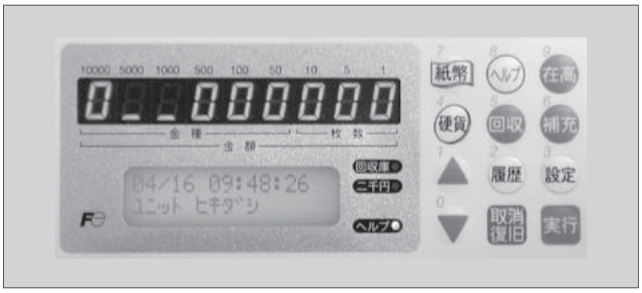


図 7　操作表示部履歴表示例

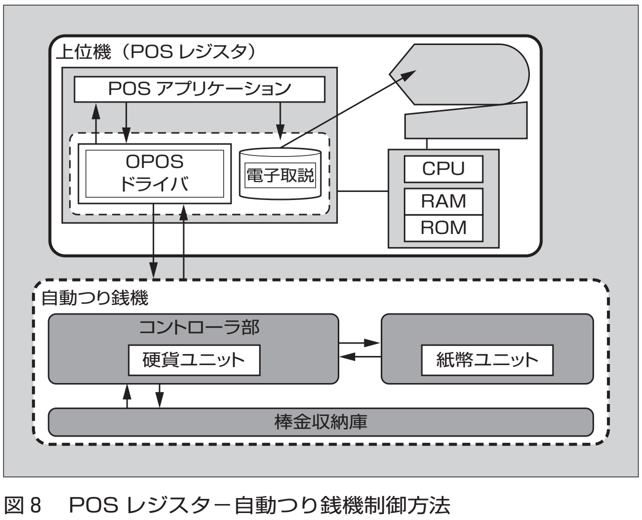


図 8　POS レジスター自動つり銭機制御方法

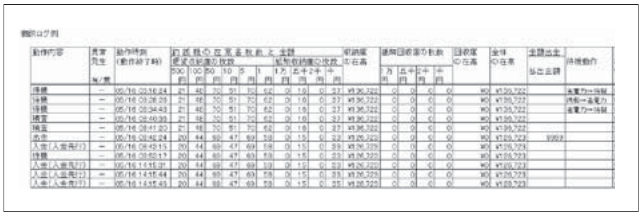


図 9　動作履歴ログを解析用に展開した例

図 10　自動つり銭機エラーの復旧手順画面表示例

図 11　棒金収納庫

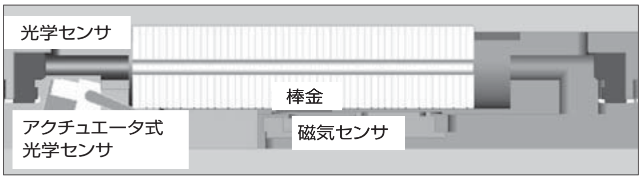


図 12　センサ配置図

を容易に書き換えることができる。また併せて，USB メモリによる設定データの読込み・書込み機能も備えている。これらの機能により，設置時の設定作業を簡単に行えるようにしている。

5.2　省電力モード

自動つり銭機は，多くの機構によって構成されている。アイドル時の主機能は表示と通信であることに着目し，ロジック部と機構部の電源を分離した。アイドル時には，機構の電力をゼロにし，全体の待機電力を約 50% 削減した。

5.3　棒金収納庫

自動つり銭機導入により現金管理が進み，つり銭の予備硬貨の現金管理のニーズも高まってきた。そこで，つり銭同様に，つり銭予備硬貨についても機械的な現金管理を行うことが可能な棒金収納庫を開発した（**図 11**）。

⑴　棒金鑑別

通常つり銭用の予備硬貨は，50 枚ごとに包装された棒金で用意されている。棒金収納庫に収納されている棒金を正確に計数・金額管理するために以下の機能を開発した。

棒金を納めるポケットの形状，磁気センサと光学センサおよびアクチュエータ式光学センサの組合せにより，棒金の本数を数えるだけでなく，金種を特定して真偽の鑑別も可能にした。棒金の収納間違いによる金額の相違を排除し，棒金を含めた自動つり銭機全体の厳正な現金管理が可能となっている（**図 12**）。

⑵　棒金トレー

レジ回りにはつり銭の予備硬貨だけでなく，変形硬貨・破れ紙幣・商品券などの自動つり銭機に入れられない媒体

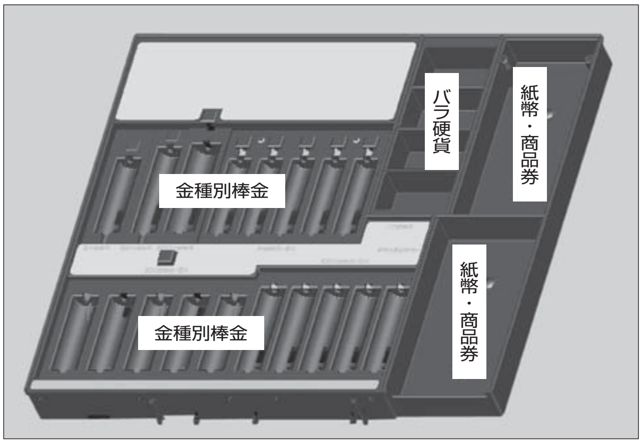


図 13　棒金トレーレイアウト

もある。そこで，棒金収納庫のトレーに，棒金硬貨だけでなく，それらを収納するスペースを設け，使い勝手の向上を図っている（**図 13**）。

6　あとがき

自動つり銭機のターゲットとなる流通市場には，さまざまな業種・業態が存在しており，それぞれの要求もさらに多様化してきている。自動つり銭機の普及をさらに拡大するためには，大型店から小型店までの広範囲なお客さまに対応することが必要である。

このため，自動つり銭機の開発においては多機能化が重要である。機構のモジュール化，機能のモジュール化，ソフトのモジュール化の開発強化を進め，機能ごとに開発したモジュールの組合せにより，広範囲な要求仕様に柔軟に開発を行っていく所存である。

また，自動つり銭機の事業範囲については，海外市場にも目を向け，グローバルな事業として成長させたい。

宮坂　和好

流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部マネージャー。

新妻　信行

流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

邊見　敏紀

流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

富士時報　Vol.83 No.5 2010

セルフ式サービスステーション向け小型つり銭機

Compact Change Machine for Self-Service Gas

特集

大江　勝己 Katsumi Ohe　　福島　慶之 Yoshiyuki Fukushima　　梨子田 雅直 Masanao Nashida

サービスステーションのセルフ式給油ポンプに POS 端末と一緒につり銭機を内蔵するために，次の四つの特徴を持つ「ECS-06」を開発した。①限られたスペースに収納できるように小型化するだけでなく，紙幣・硬貨の収納枚数は大容量，②屋外設置に耐えられる防水性能と耐寒性能と防犯性，③ユーザの利便性を図るために，紙幣 4 金種，硬貨 6 金種が扱え，硬貨全金種および千円紙幣のつり銭を再利用して払い出すことが可能，④現金の回収がしやすいように，紙幣・硬貨ともに取外し運搬ができるカセット化などである。

Fuji Electric has developed the “ECS-06” change machine so that a change machine with a POS terminal can be integrated into the gas pumps installed at self-service gas stations. The ECS-06 provides the following features: (1) a compact size that can be housed within a limited space yet provides a large storage capacity for coins and bills, (2) a waterproof, low-temperature resistant and vandalism-proof structure suitable for outdoor installation, (3) the capability to handle six denominations of coins and four denominations of bills, and to reuse and payout all denominations of coins and 1,000 yen bills for change, for enhanced user convenience, and (4) a removable and in order to facilitate the collection of cash, transportable cassette for both coins and bills.

1　まえがき

近年，原油価格の高騰により石油元売り業界の統廃合が進む中で，利用客が自分で給油ポンプを操作して給油するセルフ式のサービスステーションが増加している。

富士電機では，サービスステーションのセルフ化に対応した現金精算を自動で行うつり銭機「CSB30SS」「CSC60SS」を 1997 年に発売した。それ以降も，現金授受に関する省力化やつり銭の間違い防止などの技術や機能を持った製品の開発を進めてきた。また，「消防法」の改正によって規制が緩和[(1)]され，給油ポンプに電子機器が内蔵できるようになった。そこで，給油ポンプのセルフ計量機内に POS 端末などと一緒に搭載可能な小型つり銭機「ECS-06」を開発し，今日のセルフ式サービスステーション拡大の一翼を担ってきた（**図 1**）。

小型かつ全金種の取扱いができるつり銭機は，富士電機独自のものである。セルフ式サービスステーション向けだけでなく券売機などの市場にも進出している。

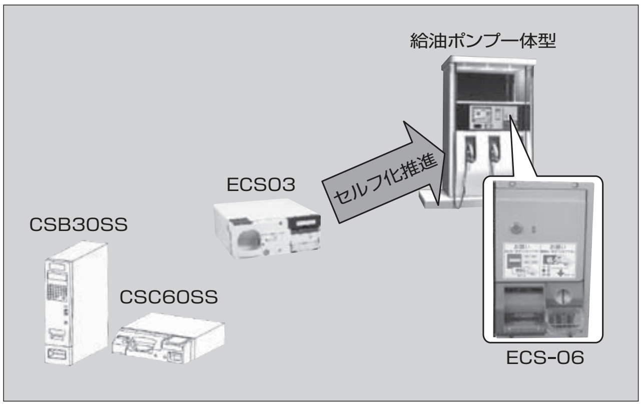


図 1　サービスステーション向けつり銭機の開発推移

本稿では，ECS-06 の特徴ある技術について説明する。

2　小型つり銭機の仕組みと要求される性能

2.1　従来の精算までの流れとその問題点

従来，セルフ式のガソリンスタンドにおいて現金で精算する場合の流れには，次の 2 通りの方法があった。

(a)　セールスルーム（事務所）で精算する場合

油種指定 → 給油 → レシート受取り → セールスルームへ移動 → 支払い → 車に戻り終了

(b)　給油ポンプ内に入金機を設置し，かつ給油島端に設置したつり銭機で精算する場合

油種指定 → 入金機に現金を投入 → 給油 → 給油島端へ移動 → つり銭機にてつり銭受取り → 領収書受取り → 車に戻り終了

この精算の流れには，問題点として次の 3 点がある。

(a)　レシートが発行される給油ポンプからセールスルームまたは給油島端まで，移動が必要である。

(b)　精算用のレシートの発行と，つり銭機でのレシートの読取りに時間がかかる。

(c)　つり銭機 1 台で複数の給油ポンプに対応するため，混んでいる場合，待ち時間が発生する。

これらを解決するために，ポンプ内に POS 端末と入出金可能なつり銭機（小型つり銭機）を組み込むことができれば，その場で現金の精算ができるようになる。その結果，車の流れが円滑になり，利用客の待ち時間も短縮するなどのメリットがある。

従来，給油ポンプに組み込めるほど小型でありながら，入出金機能を持っているつり銭機はなかった。そこで，サービスステーションのセルフ化をよりいっそう発展させるため，小型つり銭機 ECS-06 の開発に着手した。

特集

2.2 「ECS−06」の開発の狙い

ECS−06の開発の狙いは次の4点である。

(a)　給油ポンプメーカーの業界標準セルフ計量機寸法（幅670mm，高さ335mm）にPOS端末などと一緒に収めるために，与えられた幅206mm，高さ335mm内で構成する。

(b)　従来機ECS03に対して3分の1の容積であるにもかかわらず，同等の貨幣収納容量で，紙幣4金種，硬貨6金種が扱える。千円紙幣および硬貨全金種のつり銭リサイクルを可能とし，稼動時のつり銭補充回数を低減させる。

(c)　つり銭の補充および回収が短時間で行えるように紙幣・硬貨収納庫をカセット化する。

(d)　屋外設置に耐えられる防水性能，耐寒性能を確保するとともに，近年急増している盗難に対しても対策をする。

3章で(a)から(c)について，4章で(d)についてそれぞれ述べる。

3　小型化のために取り入れた機構部の方式

小型化するためには，紙幣部の横幅を短縮する必要がある。このため，長手方向の挿入方式を採用した。硬貨は省スペースで収納容量を確保するために縦方向の投入方式を採用した。

3.1　紙幣部

(1)　小型化を実現するための適正配置

入金を受け付けた紙幣の鑑別結果や出金する紙幣の判別結果によって，紙幣の行き先が確実に切り替えられるように，紙幣の搬送通路を適正に配置する必要がある。さらに，紙幣の搬送速度や鑑別に要する時間，通路の切替えに要する時間なども考慮する必要がある。

ECS−06では，図2(a)に示すように，紙幣の投入口を出金口の下側に設けた。鑑別部と投入口を直線上に配置し，構造を簡素にすることにより，紙幣詰まりの危険性を低減させた。また，正面から取外しのできる金庫を上下2段に配置した。つり銭にも使用できる千円紙幣は下部の専用の千円カセット金庫に，そのほかの金種は一括して上部に配置した混合カセット金庫に収納するようにした。千円カセット金庫を下部に設けることで，千円紙幣の出金搬送路を短くして出金までの時間を短縮した。千円カセット金庫の近傍に出金判別部を設け，確実に千円紙幣を出金できるつり銭リサイクル機能を実現した。

(2)　集積繰出し機構の小型化

小型化を実現するためには，紙幣を定められた寸法の中でいかに効率的に整列収納するかが課題となる。従来は，入金のみの混合カセット金庫と，入出金が可能な千円カセット金庫と出金時のリジェクト紙幣を入れるリジェクト庫を別々に配置していた［図2(b)］。今回の開発では，三つの収納庫を一つのユニットとして構成することで小型化が達成できた。上下に動くプッシャ機構の上部に混合カセット金庫，プッシャの内側に千円カセット金庫を配置したユニット構成とした。従来は2個あったプッシャモータを1個に減らし，このモータ1個と出金繰出し用のモータ1個と繰出し機構を，一緒に混合カセット金庫と千円カセット金庫の間に配置した。リジェクト庫に関しては，千円カセット金庫の下部に配置し，出金時にリジェクト庫のスペースが広がるように千円カセット金庫を2重構造とした。このことにより，従来のECS03の紙幣部に対して半分の容積で，かつ，紙幣収納容量を300枚から450枚に増

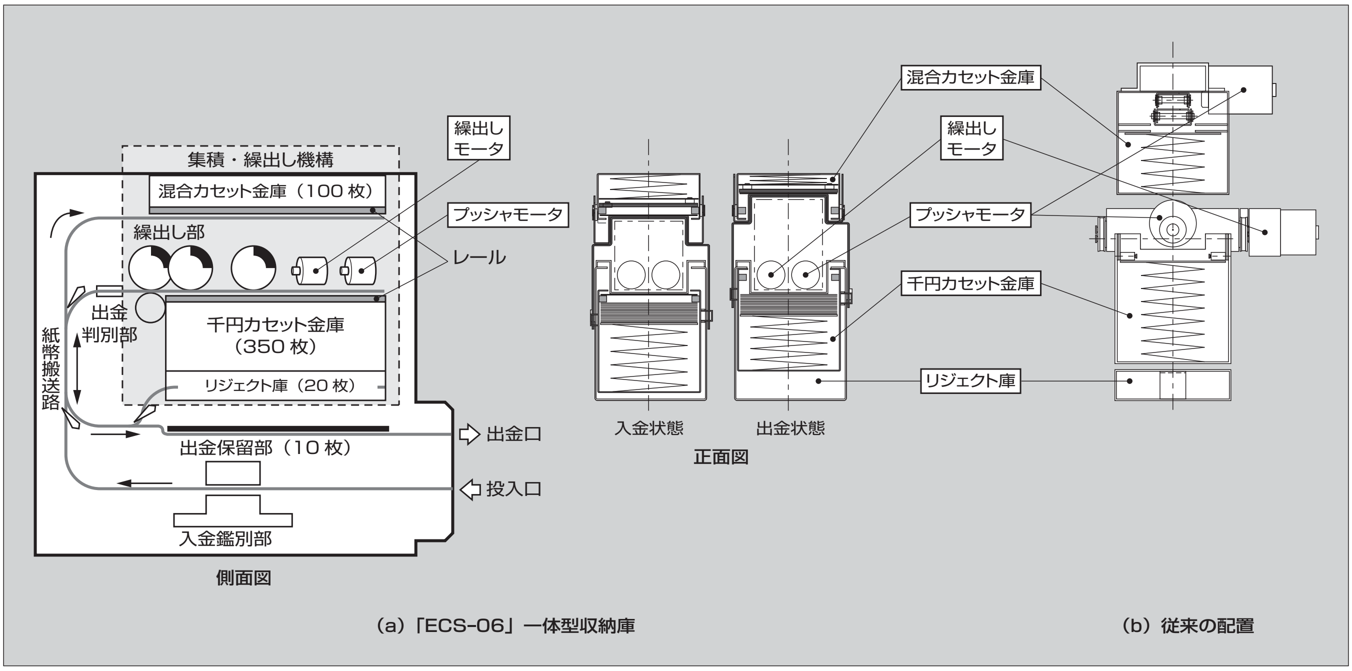


図2　紙幣部の概略構成

やすことができた。

3.2　硬貨部

⑴　小型で大容量の収納枚数[(2)]

従来のECS03の5分の1の容積で，ほぼ同等の硬貨の収納枚数（各金種約120枚＋オーバフロー庫100枚）を実現するために，コインメックで実績のあるカセットチューブ方式を採用して各搬送機構を構築した（**図3**）。

まず，前面の投入部は硬貨を縦に1枚ずつ投入する構造とする。投入された硬貨は，搬送ローラで加速されてすぐに，リフタ部で縦に搬送する。その途中に検銭部とリジェクトゲートを配置する。正貨は上部に移動した後，水平に移動して振分け部に搬送される。そこで，各金種に振り分けられてチューブカセット金庫に収納される。出金は，硬貨チューブの下方に配設された硬貨出金搬送部を用いて，出金口へ払い出すように構成した。

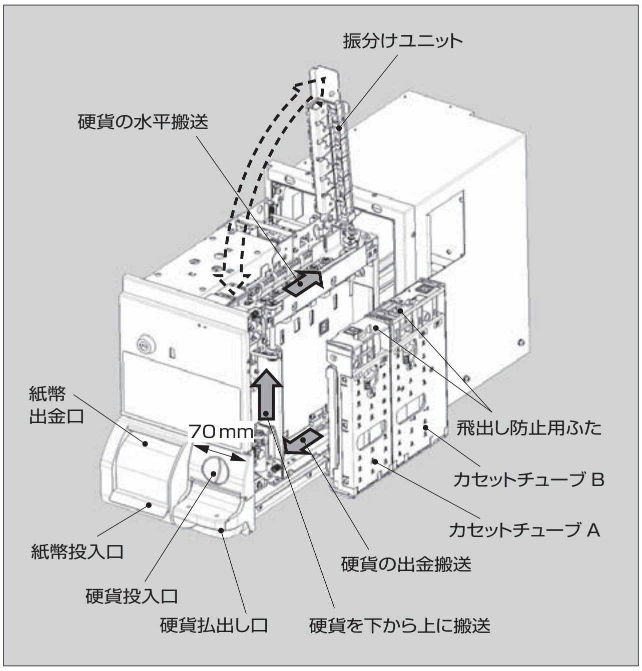


図3　硬貨部ユニット機能説明図

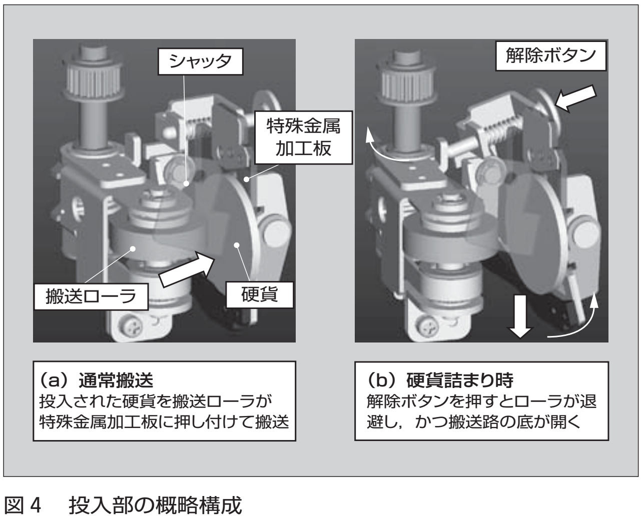


図4　投入部の概略構成

これらのユニットを適正に配置することで，正面から見て横幅約70mmの中に収めることができた。

⑵　投入部の搬送機構の最小化

投入された硬貨は，投入口付近にある搬送ローラで加速されリフタ部に搬送される。この部分を小型化するために，従来のベルトで硬貨を両側からはさみ込む方式から，ローラの対面に硬貨との摩擦係数が小さくかつ摩耗に強い部材を採用して，硬貨を押し付けて滑らす方式（片側駆動）とした（**図4**）。

硬貨の厚みが金種により異なることから，ばねを用いてローラの位置が移動できるようにした。セルフ式のスタンドでは，投入口に何を入れられるか分からない。解除ボタンを押すと，搬送ローラを退避させ搬送路の底が開くようにして，詰まった硬貨が出金口に落ちて，容易に取り出せるようにした。

また，硬貨が連続して投入されると，処理が間に合わなくなりリジェクトが多発する。その防止のために，投入部の狭いスペースにソレノイドで駆動するシャッタ機構を設けた。

⑶　振分け部の安定搬送

振分け部は，ソレノイドを用いたプラスチックのゲート機構である。小型化するために搬送方式として，硬貨をゲートにベルトで押し付けてベルトと硬貨の摩擦力で搬送する構成にした（**図5**）。しかし，投入やリフタ部で使用している特殊な加工を施した金属に比べプラスチックは硬貨との摩擦係数が大きい。そのため，硬貨が減速しゲートの間の溝に当たり，停止またはスリップすることがあった。そこで，ベルトの表面に突起を設け，その突起に硬貨を引っ掛けて搬送する方式を考案することで，小型かつ安定

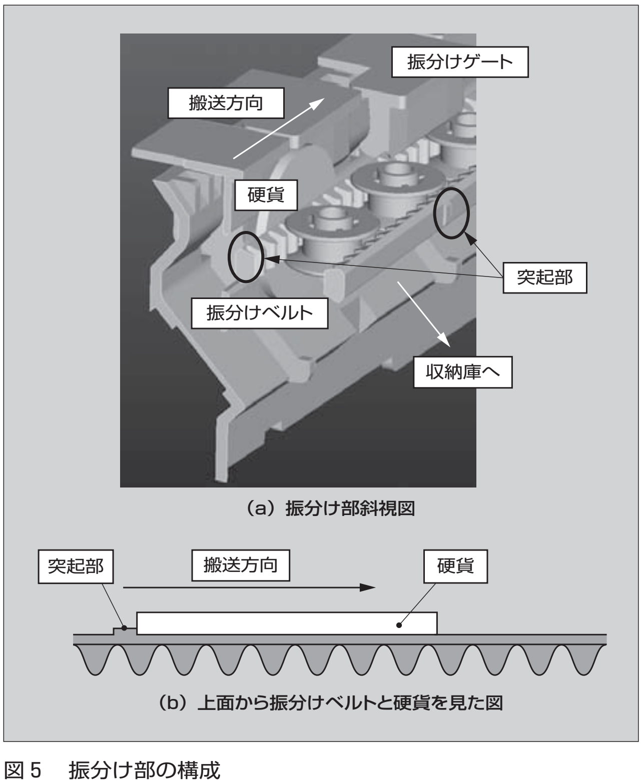


図5　振分け部の構成

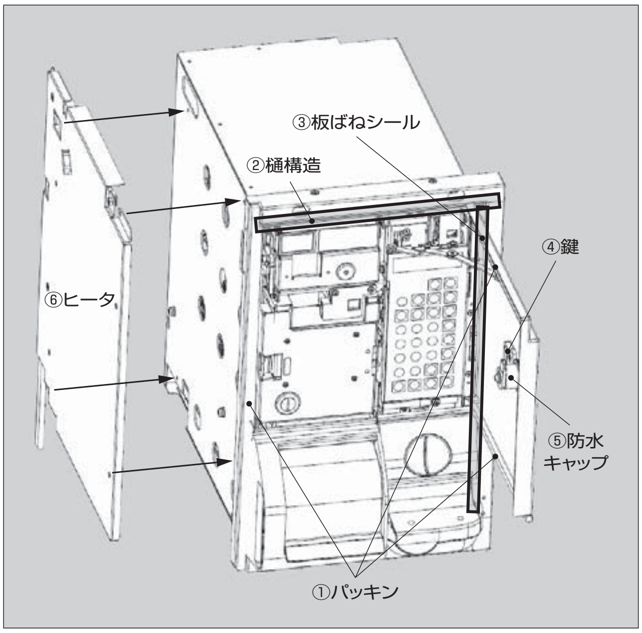


図 6　「ECS-06」の耐環境性構造

図 7　「ECS-06」の防犯性強化

した搬送が可能となった。

⑷　出金搬送部

硬貨の出金は，コインメックと同様にソレノイドと DC モータを使って，各金種を 1 枚ずつ払い出すようにした。しかし，縦方向の寸法に制約があるため，コインメックのように硬貨の自重により出金口への落下させる方式が採用できない。そこで，出金する硬貨をベルトで前面の出金口に搬送するようにした。また，出金搬送ベルトに落ちた硬貨の検知には，磁気センサを採用し，搬送ミスのない工夫を行っている。

3. 3　制御部

⑴　プリント基板の小型化

ECS-06 は，機能的に硬貨部と紙幣部に大きく分けられるが，主な制御機能を制御ボード 1 枚に集約してプリント基板の効率化を図っている。

また，小型化を実現させるために，多層基板，小型な電子部品が使用可能な回路構成の検討および配線シミュレーションによる効率的な配線設計を行い，電子部品を高密度実装することによって，つり銭機の小型化に貢献した。

⑵　識別部の共用化による信頼性の確保

紙幣・硬貨の識別に関する要求性能は，年々高くなってきている。その都度，センサや識別論理を新たに開発していては，開発や評価期間が長期化する。そこで，最も市場実績のあるコインメックのセンサと論理を採用し，信頼性の確保と開発期間の短縮を図った。

4　耐環境性能

ECS-06 は，屋外に設置する給油ポンプに内蔵される。そのため，正面扉および紙幣・硬貨の投入口，出金口が外部に露出し，風雨にさらされる。また，寒冷地にも適応する必要があるため，次の開発を行った（**図 6**）。

4. 1　防水性能

正面扉の高い防止性を省スペースで確保するために，扉の部位ごとに次の方式を採用している。

(a)　扉と本体の突合せ部：パッキンを用いる方式（**図 6** ①）

(b)　扉上部の本体とのラップ部：樋（とい）構造とパッキンの併用方式（**図 6** ②）

(c)　扉の支点部：板ばねを利用したシール方式（**図 6** ③）

(d)　扉錠：市販のシャッタ付きの防塵（ぼうじん）タイプの鍵にグリスを封入したキャップでシリンダ部を覆う方式（**図 6** ④⑤）

なお，扉錠の摺動（しゅうどう）部には板ばねを利用し摺動性を損なわないようにシール性を確保した省スペースの防水構造を開発した。

4. 2　寒冷地仕様（ヒータ）

低温環境は，搬送に使われている部品の特性変化により搬送トルクが高くなった結果，アクチュエータに負荷がかかり搬送に悪影響を及ぼす。オプションとして，ECS-06 の側面に容易に取付け可能でかつ小型・薄型のヒータ（**図 6** ⑥）を開発した。仕様は次のとおりである。

○動作温度範囲：－10 ～＋50℃

○電源電圧：100 V 50/60 Hz

○消費電力：70 W

○そのほか：設置場所の特異性から，サーモスタット，温度ヒューズの使用により安全面での強化を図っている。

4. 3　防犯性

セルフ化に伴い，現金の盗難防止のため，防犯性を強化した（**図 7**）。

5　あとがき

小型つり銭機の導入により，給油から精算までがスムーズになり大変好評をいただいている。

特集

今後の課題としては，つり銭の補充作業軽減のためのスピードアップと大容量化，つり銭として五千円紙幣を払い出す方式の実現などがある。また，サービスステーション業界のほかでもセルフ化の試みが始まっている。「ECS-06」は超小型をセールスポイントに，券売機業界や他の業界の現金精算システムにも展開が期待できる。

これからもお客様のニーズにタイムリーに応えられるように，さらなる技術開発に積極的に取り組んでいく所存である。

参考文献

⑴　吉崎務, 新妻信行. サービスステーションの決済とセルフサービス化. 富士時報. 2002, vol.75, no.7, p.397-400.
⑵　伊藤義矩ほか. セルフサービスステーション向け小型つり銭機. 富士時報. 2005, vol.78, no.3, p.243-246.

大江　勝己
流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部アシスタントマネージャー。

福島　慶之
流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

梨子田 雅直
流通・金融関連機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

マルチブランド対応　店舗用電子決済端末

Electronic Payment Terminal for Multi Brand

清沢　　久 Hisashi Kiyosawa　　草野　孝志 Takashi Kusano　　板敷　顕二 Eiji Itajiki

プリペイド方式の電子マネーの普及に伴い，その取扱い量が増えただけでなく，その種類も増加している。富士電機は，マルチブランド対応 店舗用電子決済端末「FAP10 シリーズ」を開発し，14 種類までの電子マネーやポイントサービスなどに対応できるようにした。さらに，ISO/IEC 15408 EAL4 を取得した制御チップを搭載して，セキュリティ性能を向上している。端末筐体（きょうたい）を 1 ピース化して，従来よりも体積比で 48%，設置面積で 53% の小型化を実現している。また，ネットワークを通じて上位サーバや電子マネークリアリングセンターからのバージョンアップが可能である。

The widespread usage of prepaid electronic money has not only resulted in increased handling amount, but also in increase of the types of such electronic money. Fuji Electric has developed the “FAP10 Series” which is capable of supporting up to 14 different types of electronic money or point services. Additionally, the FAP10 Series is equipped with a control chip certified under ISO/IEC 15408 EAL4, which improves the security performance. The terminal is housed in a single-piece case, which realizes a small size having 48% of the volume and 53% of the footprint in comparison with conventional product. Upgrading from an upper level server or electronic money clearing center may also be implemented via the network.

1　まえがき

近年，非接触 IC カードを採用した電子マネーや非接触クレジットカードの利用が広がりを見せている。交通系，大手流通系，クレジットカード系の事業者が相次いで参入し，電子マネーを利用できる場所が増え，利用件数・金額も増大している。

電子マネーを利用するとポイントやマイルがたまるサービスや，携帯電話で電子マネーの機能が使えるおサイフケータイなどによる利便性の向上が，電子マネーの普及を後押ししているといえる。

今回，小型・一体型，低消費電力で，より高度なセキュリティ性能を備えた，複数の電子マネーを 1 台の端末で対応が可能なマルチブランド対応 店舗用電子決済端末を開発した。

2　マルチブランド対応 店舗用電子決済端末「FAP10 シリーズ」の概要

今回開発したマルチブランド対応 店舗用電子決済端末「FAP10 シリーズ」の外観を**図 1** に示す。また，FeliCa 技術（353 ページ「解説 3」参照）を適用しているこの端末の仕様を**表 1** に示す。表には，比較のために，前機種である「FCL-C100 シリーズ」の仕様を示した。

3　開発の背景

3.1　電子マネーの現状

電子マネーとは，さまざまな電子商取引のうち，非接触 IC カードや携帯電話に搭載の IC チップを媒体として，お金の価値を電子データに置き換えて商取引を行う仕組みのことである。

電子マネーは，大きくは“プリペイド型”と“ポストペイ型”の二つに分けられる。一般的には“プリペイド型”のみを電子マネーと呼ぶことが多いが，本稿では便宜上，両者を電子マネーと呼ぶこととする。

⑴　プリペイド型電子マネー

“プリペイド型電子マネー”は，現金の入金や料金などの前払い（入金またはチャージと呼ぶ）をしておくものである。入金・チャージの方法は，現金でチャージするほか，ネットワーク経由で登録したクレジットや銀行口座からチャージすることも可能である。プリペイド型は，現金と同様に匿名性があることと，あらかじめチャージした金額のみ利用可能なため，盗難・紛失時のリスクが低い，というメリットがある。

その反面，事前のチャージが面倒，高額の商品を購入する場合に残高が足りなくなる，といったデメリットがある。

主なプリペイド型電子マネーには，Edy，Suica，PASMO，nanaco，WAON などがある。

図 1　「FAP10 シリーズ」

表 1　「FAP10 シリーズ」と「FCL-C100 シリーズ」（従来機）の仕様比較

項　目		「FAP10 シリーズ」	「FCL-C100 シリーズ」（従来機）
適用媒体		FeliCa カード，FeliCa 内蔵携帯電話	同　左
適用電波法規格		誘導式読み書き通信設備	同　左
読取り可能距離		約 80 mm（タッチ部表面から） ソニー製 RC-S860 カードにて	約 50 mm（タッチ部表面から） ソニー製 RC-S860 カードにて
表示部		モノクロ LCD 表示（バックライト付き） 64 × 128 ドット アルファベット，数字，カタカナ，記号 漢字，ひらがな	VFD 表示（接客部） 16 文字× 2 行 アルファベット，数字，カタカナ，記号
光ガイダンス		3 色発光 LED × 1 点 （カードタッチ部がリング形状に発光）	青 LED × 4 点 3 色発光 LED × 4 点 （カードタッチ部の 4 隅が発光）
音ガイダンス		モノラル・スピーカ 音量調整：大/中/小/消音	同　左
搭載できる電子マネーのブランド数		14 ブランド	4 ブランド（メモリ拡張時 8 ブランド）
POS インタフェース		RS-232C 準拠シリアルインタフェース （9,600 ～ 115,200 bps）	同　左
センタ通信インタフェース	LAN	10BASE-T/100BASE-TX	同　左
	モデム	なし	アナログモデム/ISDN （工場出荷時にどちらか一方を選択）
PIN パッドインタフェース		RS-232C 準拠シリアルインタフェース	同　左
USB メモリインタフェース		あり	な　し
外形寸法		W90 × H46 × D150（mm）	①制御部　W 132 × H46 × D145（mm） ②接客部　W　90 × H30 × D115（mm）
質量		320g	①制御部　720 g ②接客部　350 g
電源	電　圧	AC100 V　50/60 Hz	同　左
	アダプタ	専用 AC アダプタ（DC18 V）	専用 AC アダプタ（DC12 V）
消費電力		7 W 以下	11 W 以下
デバイスドライバ		OPOS1.7　CAT デバイス準拠のドライバを提供可能	同左

表 2　代表的な電子マネーの発行枚数と利用件数[1][2]

電子マネー	発行枚数（百万枚）	月間利用件数（百万件）	利用可能店舗数 / 端末台数
Edy	55	26	175 千店
Suica	28	28	80 千店
PASMO	14	12	68 千店
nanaco	9.8	32	28 千店
WAON	13	33	47 千店
ICOCA	5	1.3	68 千店
iD	10	非公表	390 千台
QUICPay	4.6	非公表	170 千台
PiTaPa	1.2	27	18 千台
Smartplus Visa Touch	0.7	非公表	49 千台

2010 年 3 月　富士電機調べ

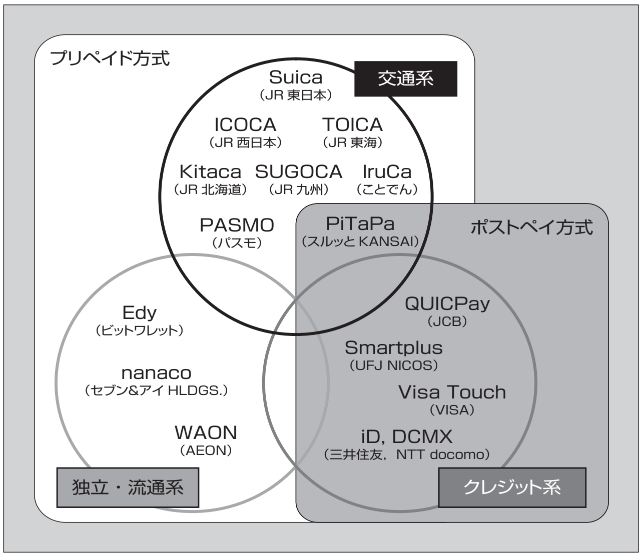


図 2　代表的な電子マネーの区分

⑵　ポストペイ型電子マネー

“ポストペイ型電子マネー”は，利用時の代金を後払いで決済する電子マネーである。後払いで決済するために，手持ちのクレジットカードなどにひも付けて電子マネーカードが発行され，支払いもクレジットの請求と同時に行われる場合が多い。ポストペイ型のメリットは，チャージする手間がなく，利用限度額を超えた場合でも暗証番号の入力や信用照会を行った上で利用が可能な点である。

デメリットとしては，クレジットカードの所持・ひも付けが必須であることと，使い過ぎリスクがあることといえる。

図 3　「FCL-C100 シリーズ」

主なポストペイ型電子マネーには，QUICPay，iD，Smartplus，Visa Touch，PiTaPa などがある。

⑶　電子マネーの比較

代表的な電子マネーの発行枚数と利用件数を，**表 2** に示す。また，プリペイド型・ポストペイ型，発行・運用事業者で区分すると，**図 2** のようになる。

流通系の電子マネーがスタートして一気に活気づいてきたことに加え，交通系カードが全国で共通利用できるようになってきていることにより，首都圏・関西以外の地方での利用も今後増加していくと考えられる。

このように，さまざまな電子マネーが運用され，利用者の選択の幅が広がる一方で，加盟店と金融機関との間を結び決済情報を集中管理するクリアリングセンターとのインタフェースなどの標準化に課題がある。セキュリティを実現するためにカード媒体として FeliCa 技術を共通して適用しているほかは，その標準化の取組みは進んでいない。

このため，小売店のレジカウンタでは，電子マネーの種類（ブランド）ごとに複数台の電子マネー端末を設置する必要がある。店舗にとっては，接客スペースの圧迫や設備導入コストの増大が，発生する。利用者にとっては，どの端末にカードをタッチすればよいか戸惑うなどの問題が，発生する。

このような背景から，電子マネー端末には，1 台で複数の電子マネーに対応可能なことが求められるようになってきた。

3.2　従来機での課題

富士電機は 2006 年には，4 ブランドまでの電子マネーを搭載可能なマルチブランド対応 店舗用電子決済端末 FCL-C100 シリーズを開発し市場投入した（**図 3**）。

しかし，前述のように電子マネーのブランド数が増えてきたことで，さらなる利便性の向上を目指した。

⑴　セキュリティと搭載ブランド数

より高度なセキュリティ性能を要求する電子マネーについては，FCL-C100 シリーズでは対応ができない場合があった。

また，搭載可能な電子マネーブランド数は最大で 4 ブランド（メモリを拡張しても最大 8 ブランド）までであった。より多くの電子マネーブランドを搭載可能とすることが，幅広い市場に受け入れられるための条件となってきていた。

⑵　装置の大きさ

FCL-C100 シリーズは，本体制御部と接客部の 2 ピース構造で，接客部（カードのタッチ部分のユニット）は小型で設置スペースを取らない。しかし，本体制御部をレジカウンタの下などに別途格納しなければならず，設置性，全体としてのスペース効率の向上が求められた。

⑶　保守性

さまざまな店舗などへ電子マネー端末の展開が進む中，運用途中でのブランドの追加や削除，仕様変更やソフトウェア不具合によるバージョンアップを，より迅速に実現することが，店舗側の利便性の向上につながる。

4　「FAP10 シリーズ」の特徴

3章の課題を克服するため，ハードウェアを一新し，小型・一体型のマルチブランド対応 店舗用決済端末 FAP10 シリーズの開発を行った。次にその概要を述べる。

4.1　高セキュリティ

電子マネー端末は，お金に相当する価値（バリュー）を直接電子データで扱う。

そのため，データの漏洩（ろうえい）や盗聴などにより，電子マネー上のチャージされた金額の偽造や支払い情報の偽造が行われると，貨幣との置換えを目指す電子マネーとしては，運営スキームそのものの崩壊を招くことになる。さらに，複数の電子マネーを扱う端末の場合は，電子マネーごとに高いセキュリティが必要であるだけでなく，それぞれの電子マネー間に干渉がないことも求められた。

各種の電子マネーでは，いずれのデータも暗号技術により直接読み書きされることがないように保護している。しかし，復号化するための鍵情報や各種データのフォーマット，制御手順などの漏洩は断じて防止しなければならない。暗号技術，耐タンパー（不正改ざん）技術といった要素技術を複雑に組み合わせ，それらの実装技術，運用技術までをセキュリティ仕様として細心の注意を払って，安全な電子マネー端末を実現していく必要がある。さらにこれらのセキュリティ仕様が正しく実装されていることを，共通の基準で第三者が客観的に評価することも求められるようになってきた。既に一部の電子マネー事業者では，その基準をクリアしていることを条件に，電子マネーの実装を許可している。これらのニーズに対応して，FAP10 シリーズは，ISO/IEC 15408 の評価保証レベル-EAL（Evaluation Assurance Level）4 を取得した制御チップを採用し，電子マネー事業者の基準を満足している。

EAL4 とは，ISO/IEC 15408 が定めている商用目的とし

ては最高レベルの評価基準である。なお，製品やシステムの保証レベルを表す EAL には，EAL1 から EAL7 の 7 段階があり，数値が高いほど保証の程度が厳密になる。ただし，EAL はセキュリティ強度自体を示すものではなく，検査対象範囲をより広くより深く行い，より大きな保証を得るというものである。

また，複数の電子マネー対応アプリケーションが，一つの端末に搭載されるに当たっては，アプリケーション間でデータの漏洩（不正な参照）や制御手順の漏洩（プログラムコードの実行）があってはならない。FAP10 では，各アプリケーションプログラムが，互いに独立したアドレス空間を持ち，相互のデータ参照が不可能なハードウェア構成を採用することで，アプリケーションソフトウェアを完全に独立化し，安全性をより強固なものにしている。

併せて，メモリ搭載量を大幅に拡大し搭載できる電子マネーのブランド数を，最大 14 種類まで増やした。

4.2　小型・一体型

FAP10 シリーズの開発に当たってのもう一つの大きな課題は，端末の設置性の向上とスペース効率を良くすることであった。

FCL-100 シリーズでは 2 ピース構成だったため，本体制御部の格納場所の確保や，接客部を接続するケーブルの引回しなどが設置性を損なっており，端末を小型・一体型化することで，その解決を図った。

外形寸法は，FCL-C100 シリーズの接客部の幅と同等以下，奥行寸法は，他社同等製品の寸法以下を目標とした。高さ寸法についても，設置時の圧迫感を少なくするため薄型を狙った。

端末を一体化して目標の外形寸法を実現するため，回路基板の高集積化に取り組み，主要な LSI は BGA（Ball Grid Array）を，そのほかのチップ部品も小サイズ品を採用した。部品の小型化のメリットを出し，より高密度なパターン配線を可能にするため，プリント基板はビルドアップ方式を採用した。その結果，プリント基板の合計面積は，FCL-C100 の約 53%（317 cm^2 から 167 cm^2 へ）に削減できた。

カードタッチ部を明確に示し，タッチ時の若干のクッション性を確保するため，FCL-C100 シリーズをはじめ，富士電機が過去の電子マネー対応機器で一貫して採用してきたクッション性のあるシート（ポッティングシート）によるタッチ面の構成方法は踏襲することとした。

構造面では，カードタッチ部のリング形状に発光する部分に，プリズム方式で 1 個の LED 発光源を円形に拡散する方式を考案し，薄くかつ簡素な構造を実現した（特許申請中）。

また，外部インタフェースは 10BASE-T/100BASE-TX と RS-232C に集約した。

以上の対策で，FCL-C100 との体積比で 48% の小型化を行い，目標とした外形寸法を実現するとともに，コスト的な競争力も確保することができた。

4.3　保守性向上

マルチブランド化に伴い，設備導入時に搭載ブランドがすべて決定するとは限らない。運用を開始した後に追加のブランドを搭載する要求や，あるいはブランドとの契約を終了して削除を要求されることが考えられる。

また，ブランドの要求仕様の変更や，ソフトウェア不具合による障害対策，後々のソフトウェアバージョンアップに対して，最小限の対策コストで現場に設置されている機器のプログラム更新を行えるようにしなければならない。

多くの POS システムでは，LAN により店舗内の POS システムは店舗サーバに接続され，さらに店舗サーバはチェーン店を束ねる本部機構のサーバにインターネットや専用回線を通じて接続される。

一方で，電子マネー端末は POS システム経由で決済情報などを電子マネーのクリアリングセンターとやり取りする方式（いわゆる内回り方式）と，電子マネー端末から直接ネットワーク回線を介してクリアリングセンターに接続する方式（いわゆる外回り方式）のどちらかで，例外なくネットワークに接続されている。

内回り方式の場合は，更新プログラム（暗号技術により不可視化したもの）を POS ベンダ，あるいは，顧客のシステム部門に提供し，上位サーバから POS システムを経由して電子マネー端末に配信することで，比較的容易に現地機器のバージョンアップが可能である。

外回り方式の場合は，電子マネークリアリングセンターからは，更新プログラムなどのシステムに関係ないデータを配信することはできない。外部に設けた配信サイトから更新プログラムを配信して，直接電子マネー端末のプログラムを更新する方法が考えられる。

富士電機は，**図 4** に示すように富士電機の端末管理センターにて更新のプログラムを準備しておき，端末からのトリガーで当該端末用の更新プログラムを配信する仕組みを構築した。

また，ネットワーク環境が何らかの原因で使用できない場合，現地で直接電子マネー端末にプログラムがセットアップできるように，USB インタフェースを搭載してい

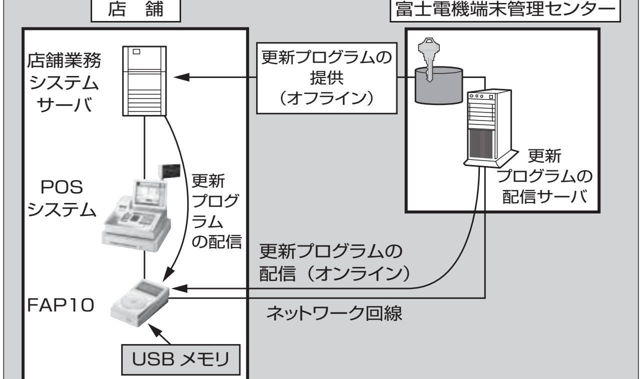


図 4　更新プログラムの配信概念

る。更新プログラムを規定の方式でUSBメモリに格納し，FAP10に接続して電源を投入することで自動的にプログラム更新が可能である。

いずれの方式でも，改ざんされたプログラムや適用外のプログラムが誤ってダウンロードされないような，セキュリティチェック機能を備えている。

5　あとがき

今回開発した「FAP10シリーズ」は，電子マネーアプリケーションの搭載だけでなく，ポイントやクーポンのサービス，おサイフケータイへの情報連携などのアプリケーションを容易に追加できる仕組みを備えている。

当然，追加アプリケーションの開発には費用と時間が必要となる。FAP10にそれらのアプリケーションを追加する際に，元のアプリケーションへの影響がない工夫をしているので，最小限のシステム評価費用・期間で実現が可能である。

このような特徴と，電子マネーアプリケーションを作成できる，数少ない事業者としての富士電機の強みがFAP10の製品競争力を支えている。

電子マネー端末は，GMS，スーパーマーケット，コンビニエンスストアなどへの導入がほぼ行きわたり，今後は外食チェーン，ファストフード，地域スーパーマーケット，交通系電子マネーのエキソトへの展開先などが主要な市場と考えられる。これらの市場に対応した電子マネー端末を，タイムリーに提供していく所存である。

＊本稿に記載した商標または登録商標は，354ページ「商標」を参照のこと

参考文献

(1)“決済システム等に関する調査レポート 最近の電子マネーの動向について（2008年度）”日本銀行決済機構局. http：//www.boj.or.jp/type/ronbun/ron/research07/data/ron0907b.pdf,（参照 2010-04-22).

(2) 日経流通新聞 2010年2月26日付.

清沢　　久

通貨関連機器およびICカード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部マネージャー。

草野　孝志

通貨関連機器およびＩＣカード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部アシスタントマネージャー。

板敷　顕二

通貨関連機器およびICカード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部アシスタントマネージャー。

マルチブランド対応　自動販売機搭載用電子決済端末

Electronic Payment Terminal for Multi Brand Vending Machines

片山　修吾 Shugo Katayama　　松井　敦 Atsushi Matsui　　茂山　俊徳 Toshinori Shigeyama

富士電機の自動販売機搭載用電子決済端末「FCL-MVCAD シリーズ」は，マルチブランドに対応し，電子マネーを使って自動販売機で商品が購入しやすいように，視認性の向上，決済の操作手順の簡素化などの工夫を行っている。さらに，各電子マネークリアリングセンターとの接続が容易にできるように，大日本印刷株式会社と共同で中継サーバシステムを構築した。これにより，自動販売機のオペレーターによる電子マネーの導入手続きを簡素化できるワンストップサービス化と，ランニングコストの低減を実現している。

Fuji Electric's "FCL-MVCAD Series" of payment terminals for vending machines accept multiple-electronic moneys. To facilitate the purchase of commercial products from vending machines with electronic money, various schemes such as increased visibility and streamlining of the settlement procedure have been devised. Additionally, to facilitate connection with electronic money clearing centers, a relay server system was constructed in collaboration with Dai Nippon Printing Co., Ltd. As a result, a one-stop service capable of streamlining the procedure for introducing electronic money by a vending machine operator, and a reduction in running costs have been realized.

1　まえがき

富士電機は，電子マネー事業者が運営する広域電子マネー決済サービスを搭載した自動販売機搭載用電子決済端末（VCAD：Vending Machine Card Accepting Device）を提供してきた。従来の端末は，単一ブランド（シングルブランド）すなわち 1 種類の電子マネーにしか対応できない構成であった。

しかし，2007 年に流通系の事業者が電子マネーに参入し，一気に電子マネーへの関心と利用が高まった。電子マネーを利用する一般消費者から要望があった複数の電子マネー（マルチブランド）に対応した VCAD を提供するため，富士電機は開発を行ってきた。

本稿では，加盟店と金融機関との間を結び，決済情報を集中管理する各種電子マネー会社のクリアリングセンターへの接続が容易にできるマルチブランドシステムおよび VCAD プラットフォームの内容について説明する。

2　開発の背景と狙い

2.1　自動販売機における電子マネーの現状

富士電機では，1998 年ごろから VCAD の開発を行ってきた[(1)]。これまでに開発した VCAD は，Edy，QUICPay，PiTaPa，iD に対応してはいるものの，いずれもシングルブランドの対応であった。ここ数年で，さまざまなメーカーから 1 台の VCAD で複数の電子マネーに対応できる，マルチブランド対応 VCAD（MVCAD）を搭載した自動販売機が登場してきている[(2)]。MVCAD の普及台数は確実に増加しているものの，電子マネー市場全体に比べればその伸び率は低い。そこで，自動販売機用の MVCAD のいっそうの普及を図るために，次に説明する課題を解決し，導入しやすく使いやすい「FCL-MVCAD シリーズ」を製品化した。

2.2　ユーザ操作性

シングルブランド対応の自動販売機では，商品を購入する際の操作は，“商品を選択する”“電子マネーを VCAD のアンテナ部にかざす”という 2 アクションで，とてもシンプルな手順であった。

一方，マルチブランド対応では，“商品を選択する”“ブランドを選択する”“電子マネーを VCAD のアンテナ部にかざす”という手順である。“ブランドを選択する”行為は，やむを得ないアクションだが，ユーザの手を煩わせないためにも，アクション数が少ないシングルブランド並みの操作性を実現する必要がある。

2.3　電子マネークリアリングセンターへの接続

電子マネークリアリングセンターへの接続において，次に示す問題点がある。

(1)　電子マネー導入手続き業務の煩雑さ

自動販売機の電子マネー対応によって，自動販売機を利用するユーザの利便性が向上して，商品の売上増加が見込めるというメリットがある。一方，電子マネーを導入する自動販売機オペレーター側では，電子マネー事業者との契約や，電子マネーの決済情報を管理する電子マネークリアリングセンターへ接続するためのインフラの整備や導入手続きなどの煩雑な業務が増えるというデメリットもある。さらに，マルチブランド対応することになれば，複数の電子マネー事業者との契約だけでなく，電子マネークリアリングセンターへの通信経路が複数になる。回線契約の複数化や，場合によっては通信手段を複数用意しなければならない可能性もある。したがって，MVCAD のさらなる普

特集

及拡大のためには，電子マネークリアリングセンターへの接続手続きなどを簡素化していく必要がある。

(2)　ランニングコスト

自動販売機は店舗用決済端末とは異なり，屋外などのインフラが整備されていない場所に設置されることが多い。電子マネークリアリングセンターとの接続には，アナログ回線，ISDN 回線などの有線だけでなく，各通信会社別の無線も必須である。通信回線や通信手段が複数必要になると，その投資費用と維持費用が非常に大きな負担になる。

したがって，自動販売機におけるマルチブランド対応は，電子マネー導入手続き業務の簡素化および設置場所を選ばない無線を使った単一回線，単一通信手段によるワンストップサービスの実現が必要となってきている。

2.4　保守性

従来から VCAD には，保守機能として USB メモリによるプログラムおよび設定情報のダウンロード機能や，VCAD のログ情報のアップロード機能を備えていた。しかし，これらの保守機能を実行するには，自動販売機オペレーターにとって自動販売機の扉を開ける煩わしさがあった。対応するブランドが増えるたびに，各電子マネーに対する設定，保守などが増えてくることを考慮すると，自動販売機の扉を開けずに保守機能を実行できる仕組みが必要である。

3　開発内容と成果

表 1 に，今回開発したマルチブランド対応 自動販売機搭載用電子決済端末「FCL-MVCAD シリーズ」と，従来型のシングルブランド（Edy 専用）対応 自動販売機搭載用電子決済端末「FCL-VCAD07 シリーズ」の概略仕様を比較して示す。

3.1　ユーザ操作性向上

(1)　視認性の向上

MVCAD のユーザ操作部は，蛍光表示管（VFD），アンテナ，アンテナ周辺の LED，スピーカーおよびブランド選択ボタンで構成されている。MVCAD の外観を**図 1** に示す。

ハードウェア面の操作性を向上するために，VFD，アンテナ周辺の LED およびブランド選択ボタンに次の三つの工夫を行った。

(a)　決済金額，カード残高，電子マネーの名称，ユーザへの VFD のメッセージなどの表示を見やすくするために全角文字の表示を採用した。

(b)　アンテナ部周辺には 3 色 LED を採用し，各種電子マネーのレギュレーションに対応可能であるとともに，自動販売機の利用者に対して決済結果がひと目で分かるようなユーザインタフェースを実現した。

表 1　「FCL-MVCAD シリーズ」と「FCL-VCAD07 シリーズ」（従来機）の仕様比較

項　目	「FCL-MVCAD シリーズ」	「FCL-VCAD07 シリーズ」（従来機）
適用媒体	FeliCa（注 1） カード，FeliCa 内蔵携帯電話	同左
適用電波法規格	誘導式読み書き通信設備	同左
読取り可能距離	約 60 mm（タッチ部表面から） ソニー製 RC-S860 カードにて	同左
表示部	VFD 表示 16 文字× 2 行	7 セグメント表示　5 けた
光ガイダンス	青 LED　× 4 点 3 色 LED × 4 点	3 色 LED × 4 点
音ガイダンス	モノラルスピーカー 音量調整：大 / 中 / 小 / 無音	同左
搭載できる電子マネーのブランド数	最大 3 ブランド	1 ブランド
自動販売機通信インタフェース	JVMA（日本自動販売機工業会） モバイルベンディング仕様準拠	同左
通信インタフェース	①第 1 VTS シリアル通信用（注 2） ②第 2 VTS シリアル通信用（注 2） ③保守設定用　RS-232C ④センタ通信用 1　RS-232C，RJ-45 センタ通信用 2　RJ-45	①第 1 VTS シリアル通信用（注 2） ②第 2 VTS シリアル通信用（注 2） ③保守設定用　RS-232C ④センタ通信用 1　RS-232C センタ通信用 2　RJ-45
USB メモリインタフェース	あり	同左
外形寸法	接客部：W116 × H140 × D40（mm） 制御部：W 99 × H181 × D30（mm）	W99 × H227 × D34（mm） [操作部：W85 × H87 × D45（mm）]
質　量	接客部：0.40 kg 制御部：0.85 kg	1.5 kg
電　源	DC24 V ±10%　動作時 0.5 A 以下	DC24 V ±10%　動作時 0.3 A 以下

（注 1）FeliCa：353 ページ「解説 3」参照
（注 2）VTS：Vivid Transaction System の略で，自動販売機用シリアル信号

(c)　ブランド選択ボタンは三つ配置し，その上に配置したVFDに表示するブランド名称との組合せにより，直感的にブランドを選択できるようにした。

(2)　搭載ブランドの最適化

近年，交通系，流通系，クレジット系など数多くの広域電子マネーが登場している。自動販売機のVCADに数多くのブランドを搭載すれば，利用者の利便性は向上する。一方，自動販売機の表示器やブランド選択ボタンなどから目的のブランドを探す手間が増え，ユーザ操作性はむしろ悪くなる。したがって，自動販売機で決済可能なブランド数とユーザ操作性のバランスを考慮すると，自動販売機に搭載するブランド数は，多くても3ブランドが実用的である。

(3)　操作手順の最小限化

自動販売機がマルチブランドに対応すると，利用者は目的のブランドを選択する手順が増えてしまうという問題があった。しかし，利用者がかざしたカードまたは携帯電話に，決済可能なブランドが複数ある場合には，決済ブランドを選択する操作は必須である。一方，決済可能なブランドが一つの場合は，利用者はブランドを選択する必要がない。そこで，**図2**に示すように“ブランド検索機能”を搭載し，かざされたカードまたは携帯電話に，決済可能なブランドがいくつ入っているかを検索できるようにした。この機能は，商品選択後に実行される。カードまたは携帯電話をかざしたときに，決済可能なブランドが一つの場合には利用者によるブランドの選択をスキップし，当該ブランドの決済処理を実行する。こうして，決済可能ブランドが一つの場合に，シングルブランド並みのシンプルな操作手順が実現できた。

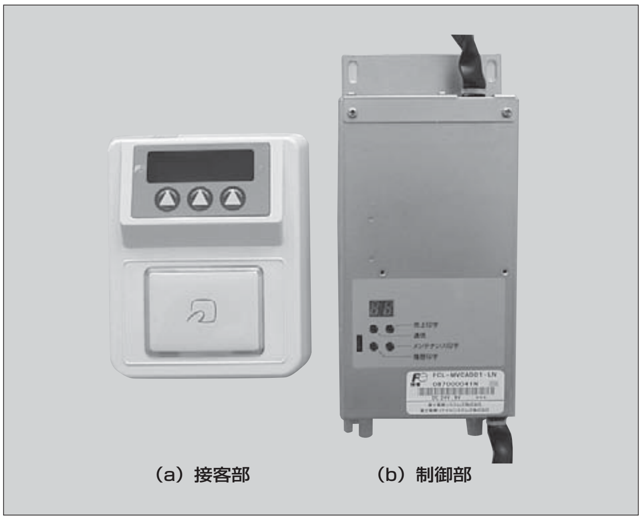


図1　マルチブランド対応VCAD（MVCAD）の外観

3.2　電子マネー導入のワンストップサービスの実現

(1)　電子マネー導入手続き業務の簡素化

各種電子マネーのクリアリングセンターとの接続方法には，アナログ回線，ISDN回線などの有線方式や，各通信会社別の通信キャリアを使った無線方式などの通信方式がある。さらに，クリアリングセンターとの通信プロトコルはサーバごとに千差万別なので，自動販売機オペレーターの本来業務以外の業務が増えてしまう。そこで，大日本印刷株式会社とパートナーを組み，MVCADと各電子マネークリアリングセンターを容易に接続可能とする中継サーバシステムを立ち上げた。**図3**に示すこのシステムでは，自動販売機オペレーターは，中継サーバとの契約だけでマルチブランド対応が可能になり，クリアリングセンター接続のワンストップサービスを実現した。

(2)　ランニングコストの低減

ワンストップサービスの実現は，MVCAD開発の観点からもメリットが生まれている。通常，中継サーバに接続しないで，各電子マネークリアリングセンターに直接接続する場合は，サーバごとの通信プロトコルを一から組み込む必要がある。MVCADのサーバに接続するためのハードウェアインタフェースの有無や，メモリ容量などのハードウェア資源の制約，通信プロトコルの組込み工数の増大により，市場投入タイミングが遅れてしまう。そこで，富士電機は，自動販売機システムと電子マネーシステムのノウハウを生かして，MVCADと中継サーバ間の通信仕様の策定を行い，新たな電子マネー対応が容易にできるよう

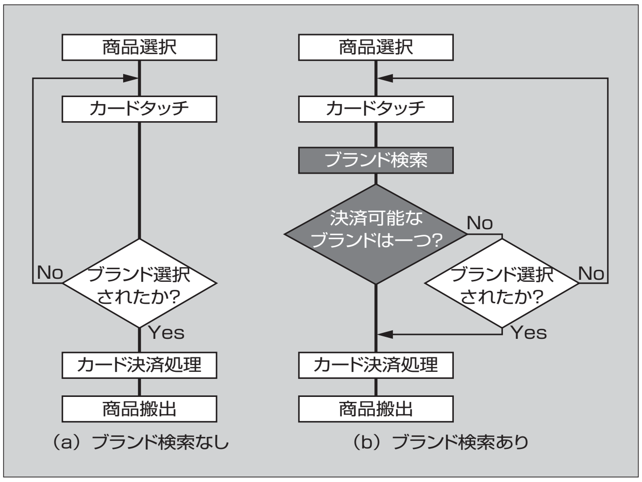


図2　決済処理フロー

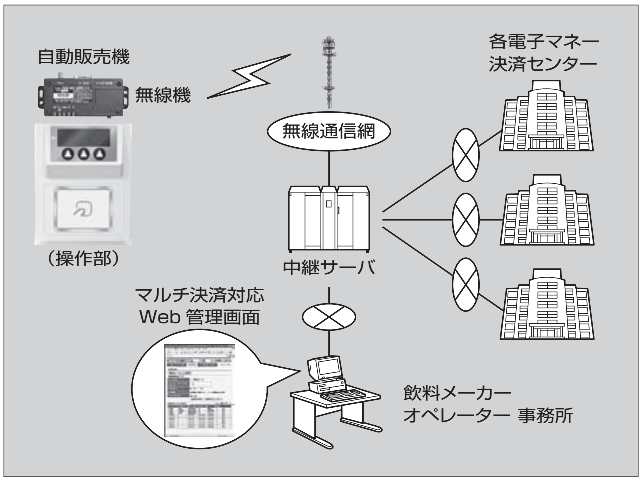


図3　中継サーバシステム構成図

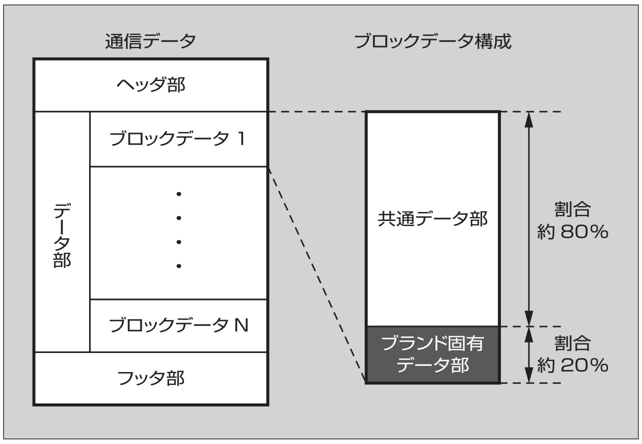


図 4　通信データの構成

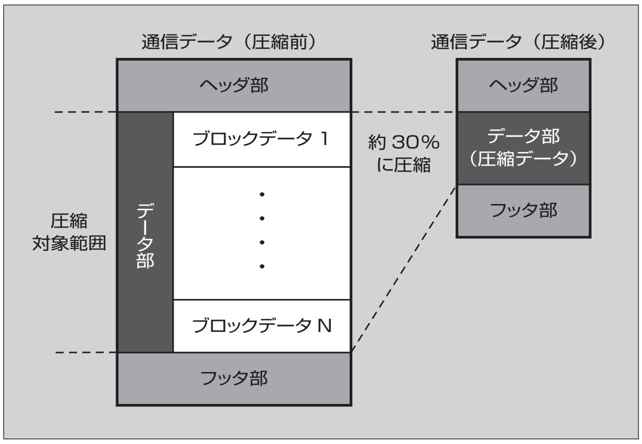


図 5　通信データの圧縮イメージ

に汎用的な通信仕様とした。通信データの内容としては，中継サーバシステムとして必要な“共通データ部”と，決済ブランドに依存する“ブランド固有データ部”にグルーピングを行い，“ブランド固有データ部の割合が約 20% という構成にした。つまり，今後のブランド拡張時では，この 20% の仕様変更・拡張を行うことで，ブランド拡張が可能となった。**図 4** に通信データの構成を示す。

また，通信費を削減するため，通信データの圧縮を行った（**図 5**）。圧縮後のデータは，圧縮前のデータに依存する部分はあるものの，約 30% に圧縮が可能となり，自動販売機のランニングコストを削減した。例えば，自動販売機オペレーターによる定期的な集計業務において，MVCAD から中継サーバに各ブランドの取引データを保存可能な最大件数分すべて送信した場合は，1 台当たりの通信費は約 500 円削減できる計算となる（1 パケット当たり 0.1 円で算出）。

このように，電子マネー対応の導入手続きの簡素化により実現したワンストップサービス化と，中継サーバとの通信データの圧縮によるランニングコストの削減を図り，自動販売機オペレーターの電子マネーの導入意欲を向上させる工夫を行った。

3.3　保守性の向上

従来，トラブルが発生した場合のログ収集作業や，ブランドの追加・削除，不具合修正などによるソフトウェアのバージョンアップを行うには，作業者と自動販売機オペレーターが現地へ出向く必要があった。また，担当者の都合ですぐに現地へ出向くことができない場合もある。現地へ出向くのが遅れると，調査したいログが新しいログで上書きされているということもしばしばあった。このような課題を解決する方法として，今回開発した中継サーバとの通信仕様の中に，MVCAD のソフトウェアやログデータを送受信する仕様を追加した。また，中継サーバが対象の自動販売機を呼び出すセンター発呼機能も搭載した。なお，自動販売機が決済状態で中継サーバからセンター発呼があると，まず決済処理を優先し，決済状態が解除した時点で中継サーバと通信するという決済処理との排他制御も行っている。これらの機能により，**図 6** に示すように，従来，USB メモリで行っていた保守機能が中継サーバとの通信で行えるようになった。また，自動販売機オペレーターが自動販売機の扉を開けることなく，無人かつタイムリーに目的の保守作業が行えるようになった。

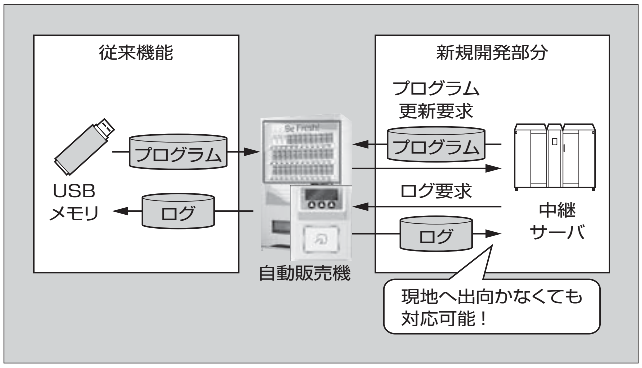


図 6　保守機能のデータ経路

4　あとがき

今回開発した MVCAD を，大日本印刷株式会社殿と協力し，継続的に市場展開を進めるとともに，新たな電子マネー対応も図っていく予定である。

最近では，社内のセキュリティ強化の一環として，社員証に非接触 IC カードを導入している企業が増えている。このような企業向けに電子マネーと社員証の組合せの MVCAD を提供し，職域への展開も進めていく所存である。

＊本稿に記載した商標または登録商標は，354 ページ「商標」を参照のこと

参考文献

(1)　月刊カード･ウェーブ別冊. カード決済･パーフェクトガイド. 株式会社シーメディア. 2009.

(2)　浅野秀次郎ほか. 電子マネー決済端末機器の展開. 富士時報. 2003, vol.76, no.10, p.661-665.

片山　修吾

通貨関連機器および IC カード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

茂山　俊徳

通貨関連機器および IC カード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

松井　　敦

通貨関連機器および IC カード関連機器の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器本部開発・生産センター開発部主任。

遊技場向け　小型 4 金種混合金庫紙幣搬送システム

特集

Compact-size, Mixed 4-Denomination Bill Transport System for Amusement Centers

田名網 知彦 Norihiko Tanaami　　中山　雅雄 Masao Nakayama

パチンコホール向けに省エネルギー化，小型化，接続可能な台間玉貸機種の拡大，設置性の改善を狙いとして，金庫紙幣搬送システムを開発した。紙幣搬送機構にチェーン駆動方式を採用することにより，遊技台ごとに必要であった一時保留ユニットを不要とし，消費電力を従来機よりも約 75％ 削減した。さらに，パチンコホールごとにメーカーが異なる台間玉貸機の接続対象を従来の 2 メーカーから 7 メーカーにまで拡大した。新紙幣収納方式によって，金庫のダウンサイジング化と構成部品のサブユニット化を行い，設置条件を緩和し，さらに，体積比で約 50％，質量比で約 30％ の低減を達成した。

A bill cashbox transport system has been developed, aiming to increase the models of connectable pachinko ball rental machines, to make thetranport system smaller, to realize energy savings, and to improve installation. The use of a chain drive system for the bill transport mechanism eliminates the need for temporary holding units, which had previously been required for each pachinko machine, and results in a 75% reduction in power consumption. Moreover, the connectable number of manufacturers of pachinko ball rental machines which differ for each pachinko parlor has increased from two to seven in this system. With the new bill storage system, the cashbox has been downsized, and component parts have been made integrated in sub-units. As a result, installation conditions have been eased, and a 50% reduction in volume and 30% reduction in weight have been realized.

1　まえがき

富士電機はパチンコホール向けに，金庫紙幣搬送システムや景品・会員管理システムなどを提供している。

近年，地球温暖化による環境問題は，パチンコ業界でも例外ではない。「京都議定書」の発効を受け，全日本遊技事業協同組合連合会は，“環境自主行動計画”を策定し，2010 年度における CO_2排出量を 2007 年度の実績に対し 9％ 程度削減する目標を掲げ，廃棄物対策や環境マネジメントなどの取組みを行っている。組合員であるホール企業は，この取組みに加え，省エネルギー（省エネ），機器リサイクルなど環境対応に着目し始めている。特に，「エネルギー使用の合理化に関する法律」（省エネ法）に則り，経営資源を省エネに投資するホール企業が増加している。このようなニーズの変化に対応するため，省エネ・小型軽量な小型 4 金種混合金庫紙幣搬送システムを開発した。本稿では，その概要を紹介する。表 1 に仕様を示す。

表 1　4 金種混合金庫紙幣搬送システムの仕様

項　目	仕　様	
型　式	「TSB800」	「TSB510」（従来機）
金庫の外形寸法	W325 × D210 × H430 (mm)	W330 × D288 × H685 (mm)
消費電力	39/41 W（動作時）	175 W（動作時）
製品質量	18 kg	25 kg
収納枚数	両島：完封券　約 1,000 枚（左右搬送路） 片島：完封券　約 500 枚	完封券　約 1,000 枚
対応金種紙幣	一千円，二千円，五千円，一万円	同　左
表示パネル	蛍光表示管	LED
搬送方式	ゴム摩擦を利用した樹脂チェーン搬送方式	紙幣挟持機構付きチェーン搬送方式

2　開発の背景

2.1　パチンコホールの構成

パチンコホールは図 1 に示すように，遊技台が設置されている島と，出玉を計数する計数機，計数された玉数に応じ景品と交換する景品交換カウンター，ホール管理を行う事務所から構成されている。

パチンコホールには遊技台が数百台設置されている。遊技台と遊技台の間には台間玉貸機があり，遊技客は，台間玉貸機に現金を投入することにより供給される玉で，遊技を行う。遊技台と台間玉貸機は，背中合わせに 20 ～ 40 台並んで，島を形成している。金庫紙幣搬送システムは，島ごとに設置し，各台の遊技客が台間玉貸機に投入した紙幣を島端の金庫まで搬送し収納する。

2.2　紙幣搬送システムの課題と市場ニーズ

富士電機の従来の紙幣搬送システムは，各台の台間玉貸機から排出された紙幣を，電気的駆動機構を持った一時保留ユニットで受け取り，タイミングを取りつつ搬送路に取り込む構造であった。そのため，ユニットを駆動するための電源が，1 店舗当たり数十台必要であった。また，台間玉貸機は，異なったメーカーからさまざまな機種が販売されており，制御仕様や紙幣排出姿勢も異なっているため，対応可能な機種は限られていた。そこで，省エネを図るだけでなく，さまざまな機種に対応できる紙幣搬送システムの提供が必要となった。

また，金庫部分は島の先端部に設置され，通路スペースや島の形状だけでなくホールのレイアウトにも影響する。特に，都市部の小規模店舗では，狭い店舗スペースに

より多くの遊技台を設置するため，金庫設置スペースは限られる。設置条件に左右されず，取扱い性も考慮した金庫の小型化は，金庫紙幣搬送システムの重要なポイントである。近年，客層を広げるために娯楽性を重視した１玉当たり１円の低価貸玉営業を行うホール企業が増加しており，粗利率は減少する傾向にある。そのため，パチンコホールの周辺機器には，機材単体のみならず，製品ライフサイクルトータルでの低コストシステムが求められている。

3　開発の狙い

2.2 節の課題の解決と市場ニーズに応えるために，次の開発の狙いを掲げた。

⑴　省エネ対応

遊技台を 40 台設置した島で比較すると，従来機に対し，消費電力を 75% 以上削減する。

⑵　ダウンサイジング対応

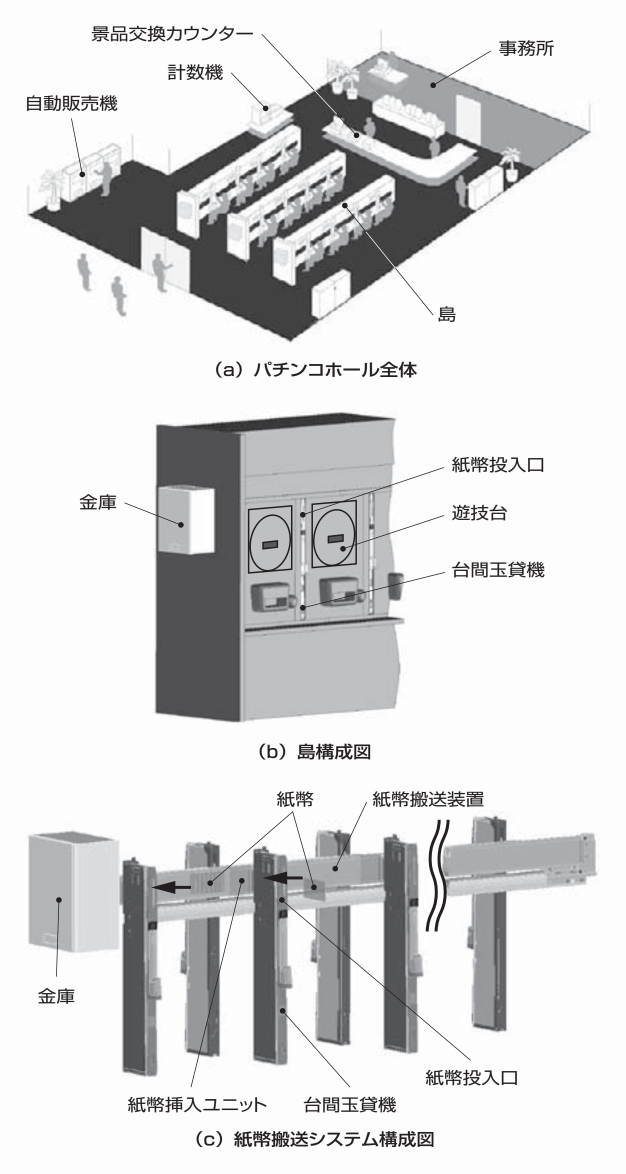


図１　パチンコホールにおける島構成と紙幣搬送システム構成図

従来機に対し，体積比で 50%，質量比で 30% 以上を削減する。

⑶　台間貸玉機の接続対象拡大

接続対象が，従来機は２メーカーのみの対応であったところを，主力７メーカーに拡大する。

⑷　設置性の改善

(a)　業界トップクラスの金庫の小型化

(b)　島構成に対し，従来金庫は右用と左用の２機種で対応していたものを左右兼用の１機種で対応

(c)　設置時間の 30% 以上短縮

4　製品構造

4.1　省エネルギー対応紙幣搬送機構の開発

従来の紙幣搬送機構に対し，消費電力を大幅に削減し，構造を簡素化した新紙幣搬送機構を開発した。

⑴　新紙幣搬送機構

従来の紙幣搬送は，各台の台間玉貸機から排出された紙幣を電気的駆動で構成された一時保留ユニットで受け，搬送チェーンに取り付けられた紙幣挟持機構“ピック”にタイミングよく受け渡すシステムであった[(1)]。

この搬送機構では，複雑な機構と制御を行って一時保留ユニットとピックとを精度よく連係させるため，個別紙幣制御機構とそれを駆動するための電源が必要であった。さらに，高い位置精度の設置施工が必要であった。

従来の紙幣搬送には，金庫内の AC モータ 1個と遊技台数と同じ個数のモータを使っていた。新紙幣搬送機構では，島端にある金庫内の AC モータ 1個だけで，チェーンを回して紙幣を搬送している。

図 2 から**図 4** に新紙幣搬送機構を示す。台間玉貸機から挿入された紙幣は，紙幣挿入ユニット内の通路に沿って搬送カバーとキャリーゴムの隙間（すきま）に導かれる（**図 2**）。導かれた紙幣は紙幣挿入ローラによりチェーンに取り付けられたキャリーゴムに押し付けられて引き込まれ，搬送カバー内面の金庫までつながる突起“リブ”と上下 2

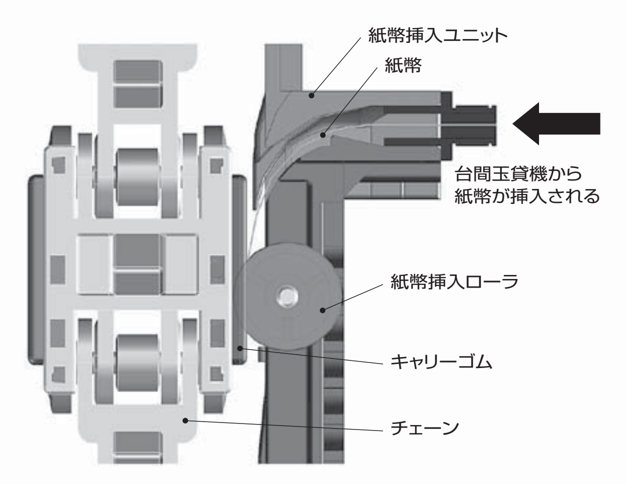


図２　紙幣搬送機構横断面

特集

段に取り付けたキャリーゴムにより変形する（**図 3**）。紙幣には元の状態に戻ろうとする弾性力が発生するため，リブとキャリーゴムに接触し続ける。このとき，樹脂製リブの摩擦力とキャリーゴムの摩擦力の差を利用し，紙幣は摩擦力の大きいキャリーゴムの取り付けられたチェーンによって，金庫へと搬送される（**図 4**）。

この構造により遊技台ごとに必要であった一時保留ユニットが不要となり，1 店舗で十数台必要であった一時保留ユニット用電源もなくすことができた。消費電力は 1 島当たり 175 W から 41 W へと 75% 以上の削減を達成した。

また，チェーン駆動中は常時紙幣を取り込むことができ，台間玉貸機と紙幣の受渡しタイミングに影響されにくいため，主力 7 メーカーの台間玉貸機との接続を可能とした。

⑵　伸縮式搬送カバーによる設置性向上

パチンコホール内の設備機器の交換工事は，店休日を増やさないために，定期的に行われる遊技台の交換工事に合わせて行われることが多い。このため，より短い時間で設置できることが望まれる。

建屋のレイアウトや柱などによって，島ごとや，同じ島でも遊技台と遊技台の間隔は一定ではない。従来の搬送機構では，遊技台間隔に合わせて現地で搬送カバーを切断加工し対応していたことが，短時間設置を阻害していた。

図 5 に開発した伸縮式の搬送カバーを示す。伸縮式の搬送カバーは，3 種類の部品から構成されている。各部品をスライドさせることにより，60 mm の範囲で調整が可能である。現地の台間隔の寸法に合わせて，隙間なく簡単に設置できようになり，設置時間を約 30% 短縮した。

4.2　小型 4 金種混合金庫の開発

⑴　金庫サブユニット化構造

島構造には，両側に遊技台が並ぶ両島と片側のみに並ぶ片島がある。片島は，壁に並ぶように構成する場合が多い。

搬送中心の壁からの距離を 90 mm として，搬送中心を金庫に対して右寄り，左寄りとした 2 機種を用意していた。さらに，扉の開閉方向の変更は，工場で扉を交換していた。そのため，従来は 4 種類の金庫で対応していた。そこで，1 機種で対応できる新たな紙幣収納方式を採用し，小型で軽量な金庫を開発した。

図 6 に新金庫構造図を示す。標準機では筐体（きょうたい）の中央に駆動部を設置する。また，左右 70 mm 位置を変えて取り付けることができ，壁際への設置にも対応で

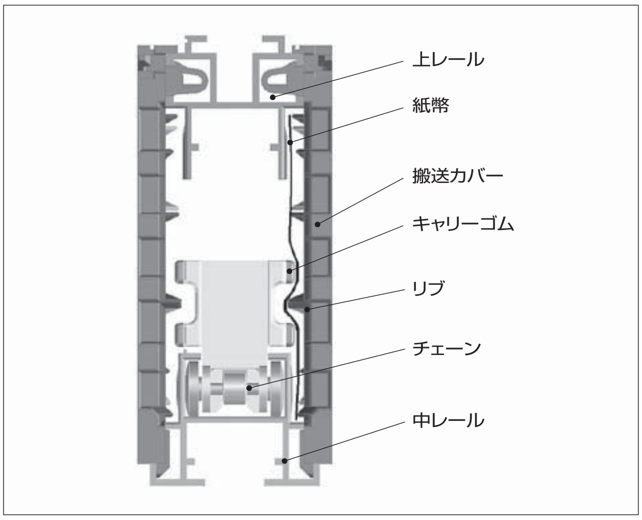


図 3　紙幣搬送機構縦断面

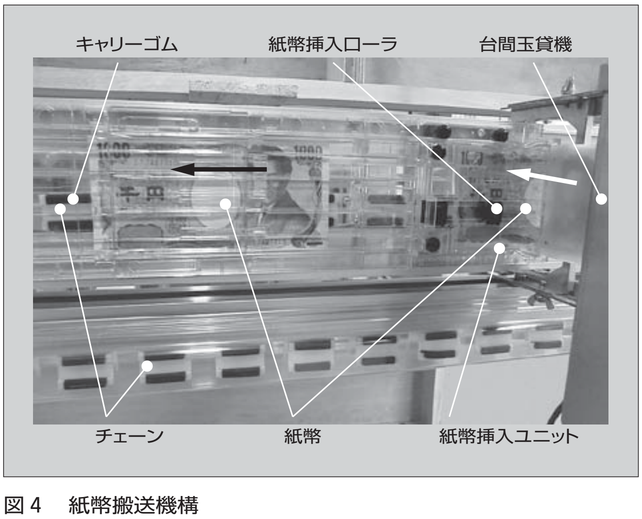


図 4　紙幣搬送機構

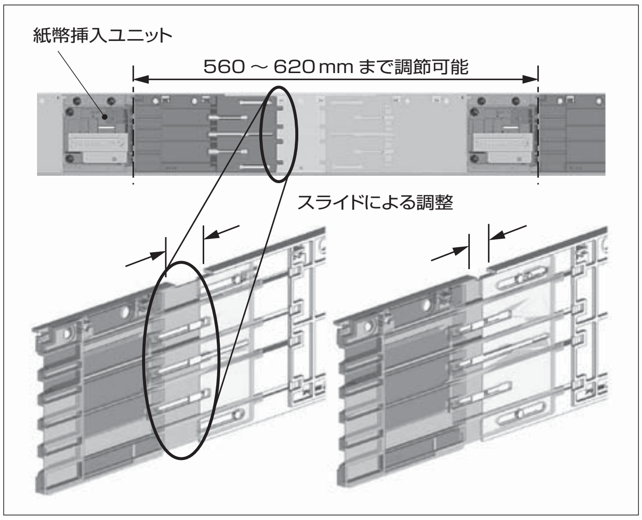


図 5　伸縮式搬送カバーの構造

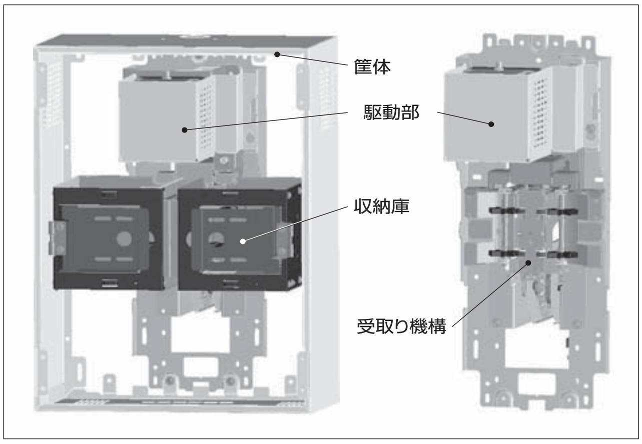


図 6　駆動部と収納庫の構造図

きるようにした。収納庫は，両島では左右に取り付け，片島では，どちらか一方に取り付ける。また，収納庫は左右共通で，上下を逆さに取り付けることで共通化を図っている。**図 7** に示すように 1 機種で各種の設置パターンに対応できるようにした。機構部分はサブユニット化している。これにより，島構成に合わせた取付けを現地で簡単にできるようにした。また，壁や障害物のため，扉の開き方向を変更する場合は，扉のヒンジの取付けを変えることにより，部品追加や交換しなくても，右開きと左開きの設定を可能にした。

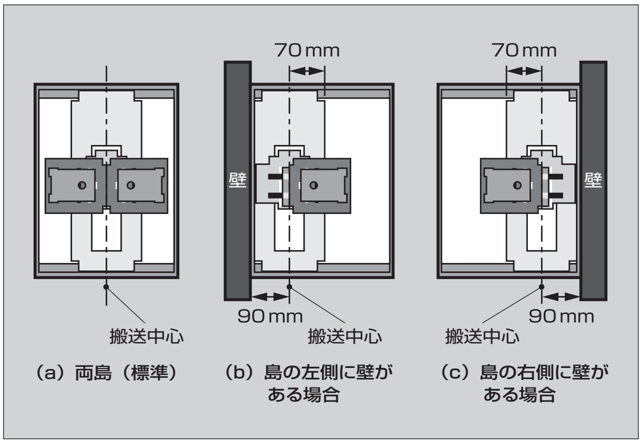


図 7　駆動部と収納庫の設置パターン

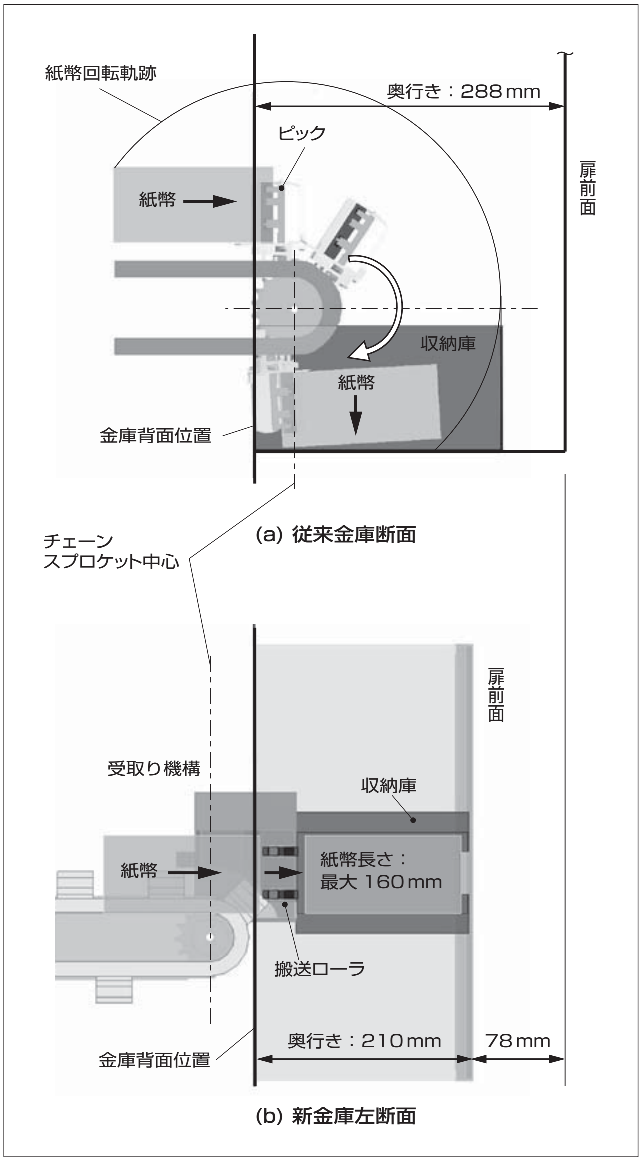


図 8　搬送路から金庫への紙幣受渡し

(2)　小型化

店舗通路への影響が大きい金庫の奥行寸法の縮小は，特に重要な課題である。**図 8** に示すように，従来機はピックに挟んだ紙幣をチェーンスプロケット部で回転し落下させてから収納庫に紙幣を収納していた。このため，紙幣を回転させるために回転軌跡分のスペースが必要であり，奥行寸法小型化の阻害要因となっていた。そこで，このスペースを縮小するために，チェーンにて搬送された紙幣をそのまま受け取り，収納庫横まで搬送し，プッシャにて収納庫に紙幣を整列させて収納する新方式を開発した。これにより，チェーンスプロケットの軸位置を島内位置に設け，受取り機構を奥に設けることができ，奥行寸法を 288 mm から 210 mm に，高さ寸法を 685 mm から 430 mm に小型化することができた。また，構成部品の形状と板厚の最適化を検討し，従来機と比較し質量約 30% 減の軽量化，体積比 50% 減を達成した。

(3)　紙幣の新収納方式

従来機では紙幣を 1 枚ずつ搬送していた。今回は，連続投入方式とするため，次のような不具合が予想された。

(a)　金庫に搬送する途中で，紙幣が重なったり，連なったりしてしまう。

(b)　紙幣には，しわが多く腰の弱いものや，いろいろなパターンで折れ癖があるものがある。変形状態によって搬送状態が変化する。このような紙幣は整列されずにスタッカに収納されてしまう。

これらの課題を解決するため，搬送をゴムローラと羽根形状のローラを組み合わせた受取り機構とすることで，紙

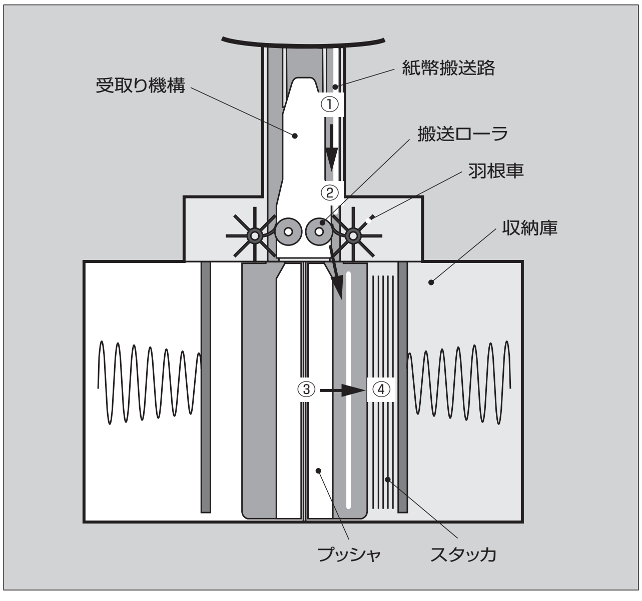


図 9　紙幣の搬送路から収納庫までの流れ

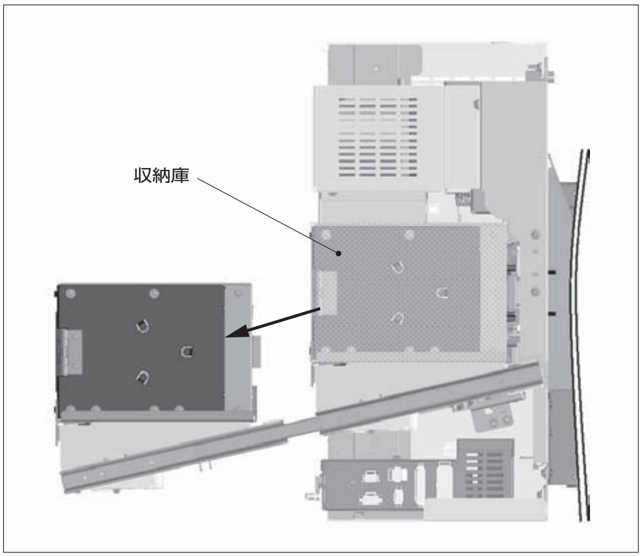


図 10　収納庫の可動位置（横断面図）

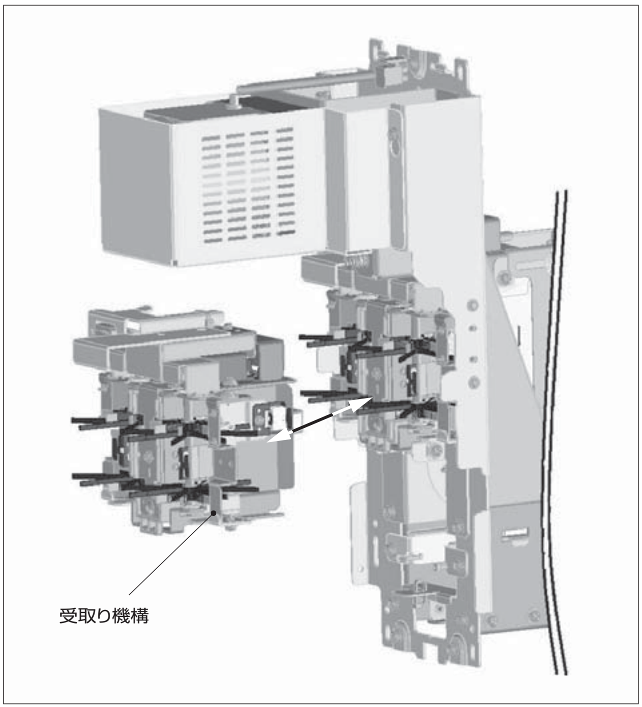


図 11　受取り機構の着脱

幣を整列できるようにした（**図 9** ①〜②）。また，開店時の一斉紙幣投入を想定した連続紙幣搬送ができるようにするため，10 枚まで一括でスタッカに収納できるように，プッシャ性能も強化した（**図 9** ③〜④）。

⑷　金庫のメンテナンス，取扱い性向上

金庫機構内のフォトセンサの定期清掃や変形紙幣による紙幣詰まりの解除，保守部品の交換などメンテナンスが必要である。サービスマンが都度対応することになると費用

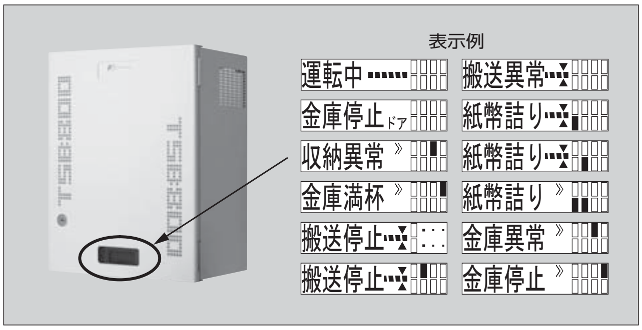


図 12　蛍光表示管による表示

や時間が問題となる。そこで，収納庫部は，**図 10** に示すように斜めに引き出すようにして，金庫奥にある受取り機構に容易にアクセスできるようにした。受取り機構は，**図 11** に示すように引き抜くだけで，着脱可能な構造とした。収納庫単体も化粧ビス１本で取外し可能とした。また，工具レスで清掃やメンテナンス・交換ができるようにした。

従来は，状態コードで表示していた金庫の状態を，本機では，分かりやすくするために蛍光表示管を搭載し，日本語の表示とした（**図 12**）。このように，日常メンテナンス性を大幅に向上し，ホール従業員の負担を大幅に軽減した。

5　あとがき

本稿で紹介したように金庫紙幣搬送システムでは省スペース化と省エネルギー化を果たした。

今後は，今回開発した新機種をベースにバリエーションの拡充を行うとともに，さらなる新金庫紙幣搬送システムの開発にも取り組んでいく所存である。

参考文献

⑴　小林進ほか. 遊技店舗におけるバリューのフローと管理. 富士時報. 2002, vol.75, no.7, p.413-416.

田名網 知彦

レジャー事業機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社ものつくり本部埼玉工場レジャー事業推進室。

中山　雅雄

レジャー事業機器の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社ものつくり本部埼玉工場レジャー事業推進室。

解　説

解説 1　紙幣のシリーズ記号[(1)]

日本では，明治以降に発行した紙幣に，改刷の都度，**表1**に示すようなシリーズ記号を付けている。アルファベットのシリーズ記号は，日本銀行が1946年に発行を開始したA券に始まり，2004年から発行しているE券に及んでいる。例えば，E券には“E”を先頭につけ，福沢諭吉の一万円紙幣をE一万円券，樋口一葉の五千円紙幣をE五千円券，野口英世の千円紙幣をE千円券と呼んでいる。現在，日本銀行が発行している紙幣は4種類ある。上述の3種類のE券と，2000年に発行を開始した守礼門のD二千円券である。

富士電機は，C券に対応するビルバリを手始めに製品化し，現在発行されている紙幣に対応している（**図1**）。

表1　紙幣の使用時期とシリーズ記号

使用時期	シリーズ記号
明治中期～昭和10（1935）年頃	甲，乙，丙，丁
昭和17（1942）年頃～昭和20（1945）年頃	い，ろ
昭和21（1946）年以降	A，B，C，D，E

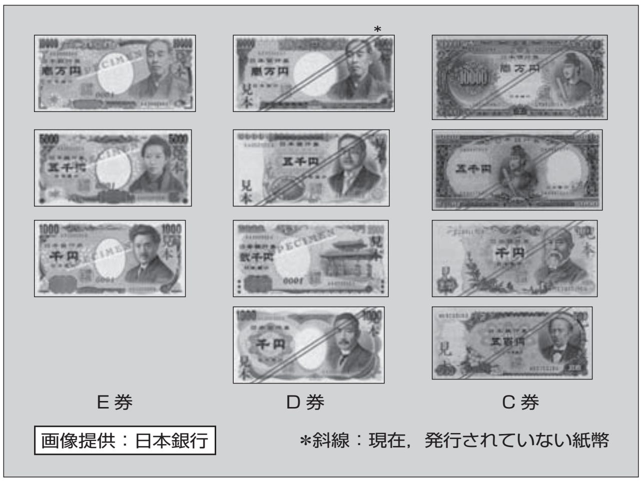


図1　ビルバリで識別した紙幣の推移

参考文献

(1)“お金の話あれこれ”. 日本銀行. http://www.boj.or.jp/type/exp/bn/are02.htm,（参照 2010-07-07）.

解説 2　エスクロ【escrow】

エスクロとは，紙幣または硬貨を一時保留する機能のことである。自動販売機などの紙幣識別装置（ビルバリ）や硬貨処理装置（コインメック）において，投入された紙幣または硬貨を一時的に保留し，返却レバーが操作された時点で，保留している紙幣または硬貨を返却する仕組みである。

なお，投入された紙幣または硬貨そのものを返却するものを，現物エスクロと呼ぶ。

解説 3　FeliCa技術

FeliCa（フェリカ）は，ソニー株式会社が開発した非接触ICカード技術方式である。

非接触ICカードのリーダ/ライタ（電子決済端末など）から電波であるキャリアを送信する。その電磁誘導によりICカードに電力を供給し，キャリアを変調することでリーダ/ライタとカード間の通信を行う（**図1**）。

非接触ICカードの規格であるISO 14443と同じ13.56 MHzのキャリアを使いながら，FeliCaは，通信符号や変調率は異なる仕様を採用している。

FeliCaは1枚のカード（一つのFeliCaチップ）にデータの独立性・書込み完全性を保証しながら，複数のサービス（ICカード乗車券，電子マネー，社員証など）を搭載することできる。さらに，暗号による機密性の確保と高速処理が可能である。これらの特徴により，現在日本国内で使われているICカード乗車券や電子マネーのほとんどがFeliCaを採用している。

FeliCaチップはカード媒体にとどまらず，携帯電話・PHSにも搭載され，“おサイフケータイ”は，事業者をまたいでのサービスブランドとして定着している。

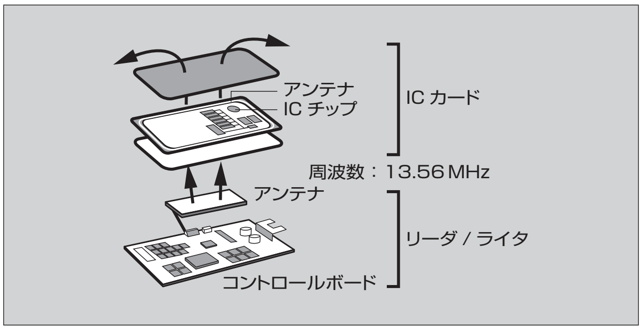


図1　FeliCaの動作原理

＊本稿に記載の商標または登録商標は，354ページ「商標」を参照のこと

商標（本号に記載した主な商標または登録商標）

DCMX	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの商標または登録商標
Edy	ビットワレット株式会社の商標または登録商標
FeliCa	ソニー株式会社の商標または登録商標
ICOCA	西日本旅客鉄道株式会社の商標または登録商標
iD	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの商標または登録商標
IruCa	高松琴平電気鉄道株式会社の商標または登録商標
Kitaca	北海道旅客鉄道株式会社の商標または登録商標
nanaco	株式会社アイワイ・カード・サービスの商標または登録商標
PASMO	株式会社パスモの商標または登録商標
PiTaPa	株式会社スルッと KANSAI の商標または登録商標
QUICPay	株式会社ジェーシービーの商標または登録商標
Smartplus	三菱 UFJ ニコス株式会社の商標または登録商標
SUGOCA	九州旅客鉄道株式会社の商標または登録商標
Suica	東日本旅客鉄道株式会社の商標または登録商標
TOICA	東海旅客鉄道株式会社の商標または登録商標
Visa Touch	ビザ・インターナショナルの商標または登録商標
WAON	イオン株式会社の商標または登録商標
おサイフケータイ	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの商標または登録商標
フェリカプラットフォームマーク	フェリカネットワークス株式会社の商標または登録商標

その他の会社名，製品名は，それぞれの会社の商標または登録商標である。

e-Front runners

みんなのe顔つくりたい。
e-Front runners

私たちは、それぞれの分野で最先端をめざす e-Front runners。
地球環境（environment）と調和しながら、
豊かな社会づくりのために（enrichment）、
たゆまぬ進化（evolution）を続けます。
富士電機グループの一人ひとりが、「e」の最前線を走りながら
豊かで、明るい社会づくりに貢献します。

富士電機

主要事業内容

エネルギーソリューション

再生可能エネルギーを利用して電気エネルギーを創る。電気エネルギーをスマートグリッドで賢くマネジメントする。こうしたエネルギーにかかわる最適なソリューションを，富士電機グループが培ってきた技術を駆使して地球社会にお届けします。

グリーンエネルギーソリューション……世界トップクラスの地熱発電設備や高い技術力を誇る火力発電設備などを通じて，安全で安定したエネルギー供給を環境に配慮しながらグローバルに展開しています。

グリッドソリューション……太陽光発電，風力発電，電力安定化，エネルギー最適運用などのキーテクノロジーをベースに，グリッドソリューション事業を展開しています。

環境ソリューション

産業・輸送・社会のインフラ構築で培ってきたグループのコア技術，人材，サービスのノウハウを結集し，パワーエレクトロニクス技術をベースにさまざまなシーンで低炭素社会に貢献するソリューションをお客様にお届けします。

産業ソリューション……受変電技術，エンジニアリング技術，パワーエレクトロニクス技術によって幅広い産業や社会インフラ分野を支え，省エネに配慮した最適なソリューションサービスをご提供します。

輸送ソリューション……鉄道や電気自動車，ハイブリッド車などの環境対応車関連などにパワー半導体，インバータ・モータを組み込み，高効率化と省エネに貢献します。

社会ソリューション……ビル，店舗，IDC（インターネットデータセンター）などの総合的な省エネソリューションをご提供します。

デバイス・器具・自販機

さまざまな産業機器や環境対応車の環境負荷低減に貢献する半導体や，情報機器の記録媒体として活躍するディスク媒体，ソリューションを支えるコンポーネント器具，環境に配慮した自販機など，あらゆるシーンでお客様のお役に立つ製品をご提供します。

半導体・感光体……主要製品［パワー IC/IGBT モジュール / パワーディスクリート / 複合デバイス / 圧力センサ / プリンタ・複写機用感光体 / 画像周辺機器］

ディスク媒体……主要製品［アルミ媒体 / ガラス媒体 / アルミ基板］

器　具……主要製品［電磁開閉器 / 操作表示機器 / マニュアル・モータ・スタータ / 配線用遮断器 / 漏電遮断器 / 高圧真空遮断器 / 低圧・高圧ヒューズ / ガス警報器 / エネルギー監視機器］

自販機……主要製品［自動販売機 / 飲料ディスペンサ / 自動給茶機］

富士時報	第 83 巻　第 5 号	平成 22 年 8 月 30 日 印刷 平成 22 年 9 月 10 日 発行 定価 735 円（本体 700 円・送料別）
編集兼発行人	重兼壽夫	
発行所	富士電機ホールディングス株式会社 技術開発本部	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 （ゲートシティ大崎イーストタワー）
編集室	富士オフィス＆ライフサービス株式会社内 「富士時報」編集室	〒191-0065 東京都日野市旭が丘一丁目 9 番 4 号 電 話（042）585 − 6965 FAX（042）585 − 6539
印刷所	富士オフィス＆ライフサービス株式会社	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 （ゲートシティ大崎イーストタワー） 電 話（03）5435 − 7311
発売元	株式会社オーム社	〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地 電 話（03）3233 − 0641 振替口座 東京 6 − 20018

＊本誌に掲載されている論文を含め，創刊からのアーカイブスは下記 URL で利用できます。
富士時報（和文）　http://www.fujielectric.co.jp/about/company/contents_02_03.html
FE REVIEW（英文）　http://www.fujielectric.com/company/tech/contents3.html

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。
© 2010 Fuji Electric Holdings Co., Ltd., Printed in Japan（禁無断転載）

Fuji Electric Group

URBAN OASIS PRODUCER

お金を入れる。
選ぶ。
商品を取る。
いつでも、どこでも、だれにでも、
こんな簡単な動作で、
素早く商品が手に入る。

日本の街角では
当たり前の風景になった自動販売機。
当たり前すぎて、気がつかない。

私たち、富士電機リテイルシステムズは、
確かな技術に自信を持って、
40年に渡り、
自動販売機を創り続けてまいりました。
安全に、確実に、最高の状態で、
お客さまに商品を届けたい、
お客さまの笑顔が見たい、
そんな笑顔を、日本だけではなく、
私たちは、もっと広い地域で。

私たちは宣言します。
「街のオアシス創生企業」

街のオアシス創生企業

http://www.fujielectric.co.jp/frs/
富士電機リテイルシステムズ

富士時報　第 83 巻　第 5 号（通巻第 864 号）　2010 年 9 月 10 日発行

e-Front runners

本誌は再生紙を使用しています。

雑誌コード 07797-9　　定価 735 円（本体 700 円）